

المملكة العربية السعودية
جـامعة الملك سـعود
عمادة الدراسات العليا
قسـم الجغرافـيا

استخدام البيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية لتصميم واجهة تفاعلية ديناميكية لاستعراض خرائط تلوث الهواء: بغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الرياض لعام (٢٠٠٣م) أنموذجاً

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير
في قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الملك سعود

إعداد الطالب
فهد عبدالعزيز المطلق

إشراف الأستاذ الدكتور
علي بن معاضة الغامدي

الفصل الدراسي الثاني
١٤٣٠- ١٤٣١ هـ



جـامعة الملك سـعود
عمادة الدراسات العليا

استخدام البيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية لتصميم واجهة تفاعلية ديناميكية لاستعراض خرائط تلوث الهواء: بغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الرياض لعام (٢٠٠٣م) أنموذجاً

أعدها الطالب
فهد عبدالعزيز المطلق

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ ١٤٣٠/١٢/٢٩هـ وتم إجازتها

المشرف
أ.د. علي معاضة الغامدي

أعضاء لجنة الحكم

الاسم	العضوية	التوقيع
أ.د. علي بن معاضة الغامدي	مقرراً	
أ.د. محمد إبراهيم شرف	عضواً	
د. إياد حكم فضة	عضواً	

المحتويات

الصفحة	الموضوع

الموضوع	الصفحة

قائمة الجداول

قائمـة الأشكال

الأشكال	الصفحة

الأشكال	الصفحة

الأشكال	الصفحة

الأشكال **الصفحة**

شكر وتقدير

عن أبي سعيد **(رضي** الله **عنه) عن الرسول** ﷺ **قال** { من لم يشكر الناس لم يشكر الله عز وجل }**رواه** أحمد والترمذي وحسنه

لا يسعني وقد وفقني الله إلى إتمام هذا العمل إلا أن أتقدم بجزيل الشكر والعرفان لكل من ساعدني على إنجاز هذه الدراسة، سواءً كانت هذه المساعدة في إسداء النصيحة، أو توضيح الأخطاء التي أقع فيها، أو الإرشاد والتوجيه في سلك الأساليب العلمية وتطبيقها في هذه الدراسة، أو مجرد الدعاء في السر أو العلن، وأخص بالشكر الأستاذ الدكتور علي معاضة الغامدي (المشرف على الرسالة) الذي يعود له الفضل الأكبر - بعد فضل الله - في انجاز هذه الرسالة من خلال التوجيهات والإرشادات والتصحيحات التي لم يبخل فيها في يوم من الأيام، وكذلك أشكر أعضاء لجنة المناقشة على توجيها م التي أثرت هذه الرسالة، والشكر موصول لكل الجهات الحكومية التي أمدتني بالبيانات مثل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، وكذلك الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، وكذلك الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وأخيراً شركة أرامكو السعودية، وشكر إلى مركز البحوث في كلية الآداب على دعمه هذه الرسالة، وكذلك لا أنسى أن أشكر أسرتي على صبرها وتحملها و تشجيعها و يئتها الأجواء المناسبة للبحث والاطلاع والكتابة.

الملخص

تم هذه الدراسة بإبراز أهمية الاستعراض الجغرافي في اكتشاف ومعرفة البيانات الضخمة المخزنة في قواعد البيانات بأشكال مرئية متحركة، حيث أن هناك ظواهر جغرافية ذات تغير مستمر يتولد منها كم هائل من البيانات عند رصد كل لحظة تغير التي يصعب تمثيلها وعرضها على ورقة واحدة، وعند تمثيل هذه البيانات وتحويلها إلى أشكال مرئية ستتولد سلسلة كبيرة من الخرائط. وفي هذه الدراسة تم أخذ نموذج لهذا النوع من الظواهر؛ وهي ظاهرة تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض لعام (٢٠٠٣م)، باستخدام رصد بيانات سبع محطات مراقبة جودة الهواء المنتشرة دخل مدينة الرياض، وتم إنتاج (٣٦٥) خريطة لهذا الغاز تمثل عدد أيام سنة (٢٠٠٣م)، من خلال برنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst)، المرفق ضمن حزمة (ArcGIS)، باستخدام طريقة إسبلاين (Spline)، الذي يقوم ببناء سطوع تنبؤية تعطي الانطباع العام عن تحركات تلوث الهواء خلال ذلك اليوم. وعليه فقد حاولت الدراسة إيجاد حلّ خرائطي لاستعراض هذه السلسلة الخرائطية، من خلال تصميم برنامج يقوم بعرض هده البيانات بأشكال مرئية (خرائط) تعكس الأرقام الموجودة داخل قواعد البيانات، حيث تم تصميم برنامج يقوم على استعراض خرائط التلوث الكثيرة بأسلوب تتابعي باستخدام لغة الفيجوال بيسك البرمجية والمكونات الهدفية المتاحة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية في تصميم هذا البرنامج، وكل هذا من أجل تمكين المستخدم من رؤية تحرك وتوزيع تلوث الهواء من يوم لآخر، حيث اتضح للباحث من خلال هذه الدراسة أهمية استعراض البيانات المستمرة بطريق استعراضية مرئية من أجل تسهيل وصول المعلومة للمتلقي، كما اتضح للباحث أن المستخدم غير عاجز أمام أي مشكلة تقنية مع وجود اللغة البرمجية التي تساعد على تجاوز العقبات التكنولوجية في أي برنامج، كما توصل الباحث إلى أنه يجب استغلال القدرات البصرية عند الإنسان وتعزيزها لإيصال البيانات بأسلوب استعراضي مرئي، وكذلك ينبغي زيادة عدد محطات مراقبة جودة الهواء حتى تكون نتائج التنبؤ مستقبلاً أقرب إلى الواقع.

الفصل الأول

موضوع الدراسة وإجراءا ا المنهجية

١,١ مقدمة

تحتل نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System-GIS) مكانة بارزة بين العلوم الأخرى، لقدر ا على إدخال العالم الحقيقي إلى الحاسب الآلي؛ والتعامل مع هذا العالم بكل يسر وسهولة؛ واكتشاف ما يحتويه من خفايا من خلال عمليات النمذجة (Modeling) المتاحة داخل البرامج، واستعراض الظواهر الجغرافية، ورؤية العلاقات المكانية (Spatial Relations) بينها بطريقة فاعلة.

وتمكن مستخدم الخريطة من عرض الظاهرة الجغرافية الممثلة على نظم المعلومـات الجغرافيـة بأسلوب متحرك (Dynamic Maps)، على عكس الخرائط الورقية التي لا تحقق تلك الخاصية. وبناء علـى ذلك، فإن الحاجة لرؤية العديد من المعلومات الجغرافية الطبيعية والبشرية والتعامل معها بذلك الأسلوب تعد سبباً مقنعاً لتوظيف تلك النظم لرصد تلك الظواهر، والتخطيط لإدار ا من منظور جغرافي موجه لفهم نوع التركيب الجغرافي لتلك الظواهر، والتركيز على تفهم العلاقة التي تربطها. كما أن كثرة المعلومات الجغرافية المحيطة ببيئة الإنسان، وصعوبة إدار ا بالطرق التقليدية قد أعطت لذلك النوع من التقنيـة دوراً بـارزاً في تسهيل رصد المعلومات، وسهولة التعامل معها بنوع من الدقة والسرعة والتحديث (سلمى،٢٠٠٣م).

لقد منحت نظم المعلومات الجغرافية المستخدم أدوات برمجية تساعده في تطويـع بعـض أدوات البرنامج المتاحة حتى تحقق رغباته وأهدافه؛ فلا تجعله مكتوف الأيدي أمام ما هو متوفر في البرنامج، كما في حزمة برامج آرك جي آي إس (ArcGIS)، من شركة إسري (ESRI)، الرائدة في تلك النظم الـتي تقـدم الإمكانيات البرمجية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية. ويحاول البحث الحالي الاستعانة ـذه الإمكانيـات لتطويع أدوات برنامج نظم المعلومات الجغرافية من أجل صياغة واجهة برمجية تفاعلية قادرة على اسـتعراض خرائط التلوث الكثيرة بطريقة ديناميكية تتابعية، حتى يستطيع المستخدم الاطلاع على التغيرات الـتي تطـرأ على الظاهرة عبر سلسلة زمنية معينة، وفي الوقت نفسه تعد قاعدة بيانات تسهل معها مهمة تخزين الخـرائط واسترجاعها واستعراضها وتحليلها بكل كفاءة.

١,٢ موضوع الدراسة وأهميته



إذا كان تمثيل البيانات وترميزها على الخريطة من الأمور المهمة التي يجب على الخرائطي الإلمام بها، فإن عملية استعراض (Visualization) هذا التمثيل الساكن (Static Representation) لا تقل أهمية عنه. فلكل ظاهرة جغرافية طريقة مناسبة للاستعراض تختلف عن الظواهر الجغرافية الأخرى، فاختيار الأسلوب الأمثل للاستعراض يمكّن المتلقي من فهم ومعرفة محتويات الخريطة والهدف منها بشكل صحيح. ولأن هناك ظواهر جغرافية يصعب استعراضها بالطرق التقليدية، وخاصة إذا كانت من الظواهر المرتبطة بالزمان والمكان (Spatio-temporal) و ذات تغير مستمر، فإنه هنا تكون الحاجة - عندئذ - إلى عملية استعراض ديناميكية تفاعلية (Interactive) وربما حية (Animation) تساعد في تتبع كل لحظة تغير تحدث على هذا النوع من الظواهر. فالاستعراض الديناميكي كفيل بتوضيح التغيرات التي تحدث على الظاهرة الجغرافية من وقت لآخر، و الاطلاع على التطورات التي تطرأ على هذه الظاهرة عبر هذه الفترات الزمنية المختلفة. هذا النوع من التفاعل مع بيانات الظاهرة ماهو إلا أداة من أدوات ما سمي حديثا بالاستعراض الجغرافي (Geovisualization) الذي يساعد على استقصاء المعلومات من البيانات (Data Mining)، الذي تتجاوز مهامهما وقدرا ما التمثيل الساكن التقليدي للبيانات.

تعتبر ظاهرة تلوث الهواء (Air pollution)، من الظواهر الحرجة التي تحتاج متابعة دؤوبة مستمرة من المتخصصين والمهتمين بعملية رصد تلوث الهواء، وهذه المتابعة سوف تولد كماً هائلاً من البيانات نظراً لتوثيق كل تغير يحدث للظاهرة لحظةً بلحظة، ويتم ذلك من خلال متابعة بيانات محطات مراقبة جودة الهواء، وهذه المتابعة في الرصد ربما تفقد أهميتها إذا لم توجد لها آلية قادرة على تحويل البيانات الخام إلى صور مرئية (خرائط)، واستعراض هذه الخرائط بشكل ديناميكي (متحرك) وتخزينها واسترجاعها بكل يسر وسهوله، من أجل تمكين صانع القرار من خلال هذه الآلية لرؤية البيانات ممثلة على الخريطة بصورة مرئية معبرة حتى تساعده على فهم وإدراك وتحليل التغيرات التي تطرأ على هذه الظاهرة.

وتبرز أهمية هذه الدراسة باستخدامها نظم المعلومات الجغرافية في كون هذه النظم تمتلك أدوات قوية قادرة على تحويل البيانات الخام (Raw data) إلى خرائط مرئية تعطي الانطباع العام لانتشار وتركز الملوثات في الجو. وكما توفر المكونات الهدفية البرمجية اللازمة لتصميم واجهة برمجية قادرة على استعراض خرائط التلوث الكثيرة بشكل ديناميكي تفاعلي، مما تتيح لصانع القرار رؤية تحرك وتوزع الملوثات خلال فترة الاستعراض الحية (Animation) للخرائط بشكل تتابعي، وكذلك تمكنه من استرجاع أي خريطة خلال فترة

زمنية معينة عند الحاجة بكل يسر وسهولة، وكل هذا يتم من خلال تطبيق مكونات البيئة البرمجية المتاحة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية.

١,٣ مشكلة البحث وأهدافه

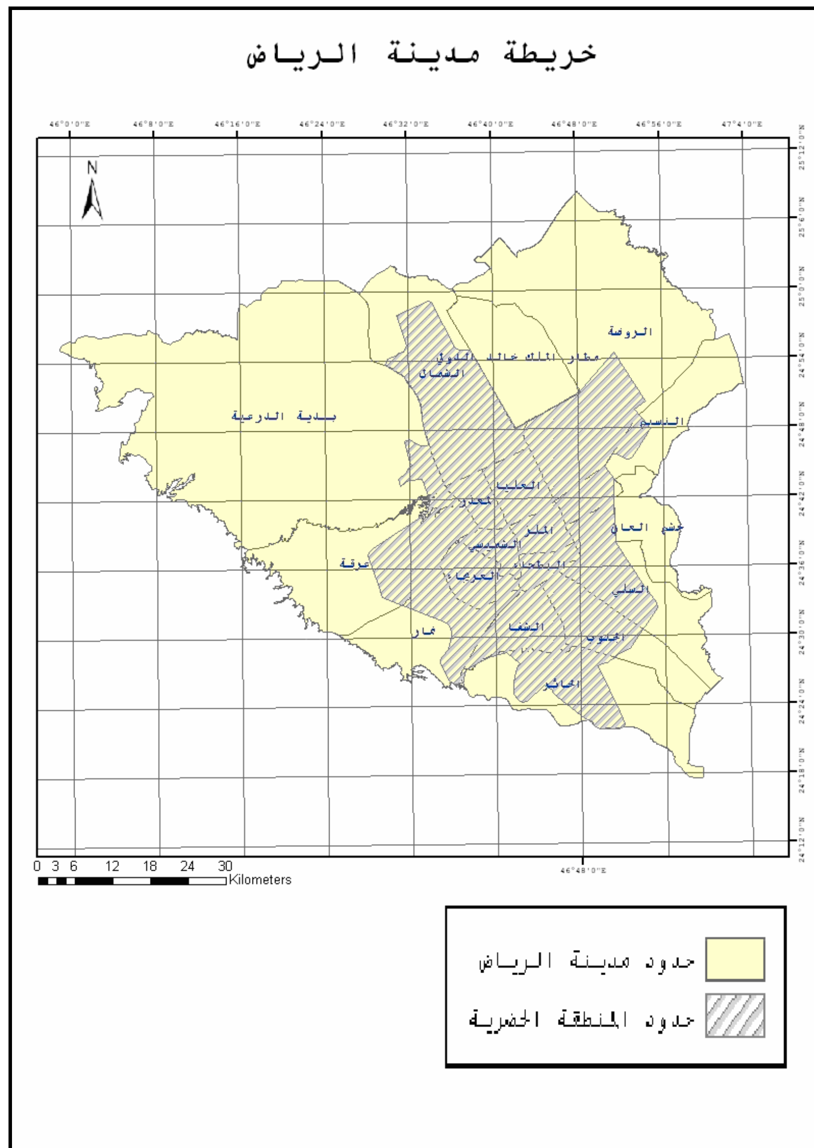
نظراً لأهمية دراسة ظاهرة تلوث الهواء على صحة الإنسان والبيئة، فإنه من المهم توفير آلية قادرة على استعراض (Visualization) خرائط التلوث بشكل ديناميكي تتابعي لخرائط التلوث الكثيرة، التي تمكن صانع القرار من رؤية تحرك وتوزع الملوثات من يوم إلى آخر، وأخذ الانطباع الكامل عن أحداث الظاهرة وتحليلها من هذا الواقع المرئي (Visual Analysis)، وتقديم حلول خرائطية تقنية متقدمة للجهات المعنيـة المهتمـة بعملية رصد تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية. ومن خلال ما تقدم، فإن هذه الدراسة سوف تقـدم آلية محددة وذلك عن طريق وضع أرشيف كامل في شكل قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase) قـادرة على استيعاب جميع خرائط التلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)؛ لأن هذا الغاز سجل (٢٨) تجـاوزاً كان أقصاها (١٥) تجـاوزاً سـجلت خـلال عـام (٢٠٠٣م)، (مدينـة الملـك عبـدالعزيز للعلـوم والتقنية،١٤٢٤هـ)، وموثقة حسب تاريخ إنتاجها حتى يتمكن المستخدم من استعراض أي فتـرة زمنيـة، واسترجاع أي خريطة عند الحاجة بكل يسر وسهوله دون عناء البحث داخل ملفـات خـرائط التلـوث الكثيرة، مما يسهل أيضاً مهمة اكتشاف وتتبع نمط تغير التلوث عبر الزمان والمكان.

ومن المؤمل أن هذه الآلية ستشجع وتحث المهتمين بعملية رصد تلوث الهواء علـى ترجمـة وتحويـل البيانات الخام (قياسات التلوث) إلى خرائط مرئية قادرة على توضيح انتشار وتركز الملوثات داخل المدينـة. وعلى ضوء ما تقدم يمكن تحديد أهداف الدراسة فيما يلي:

١) إبراز أهمية استعراض خرائط التلوث المرتبطة بالزمان وبالمكان بشكل ديناميكي (Dynamic).
٢) إنتاج خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لكل أيام السنة لعام (٢٠٠٣م) لمدينة الرياض كمثال تطبيقي لاستعراضها بشكل ديناميكي.
٣) تصميم واجهة برمجية باستخدام برنامج الفيجوال بيسك (Visual Basic)، تكون قادرة على اسـتعراض خرائط التلوث بشكل ديناميكي.
٤) تقييم عملية الاستعراض المرئي من خلال الواجهة البرمجية المصاغة.

١,٤ منطقة الدراسة

تقع مدينة الرياض وسط المملكة في الجزء الشرقي لقلب شبه الجزيرة العربية، مابين دائـرتي عـرض (٠٠" '٢٢ °٢٤ و ٠٠" '٥٨ °٢٤) درجة شمالاً ومابين خطـي طـول (٠٠" '٢٨ °٤٦و ٠٠" '٥٥ °٤٦)، درجة شرقاً، شكل رقم (١)، وارتفاع حوالي ٦٠٠م فوق سطح البحر، وتبلغ مـساحة المنطقـة الحضرية للمدينة حوالي (١٧٥٦)، كيلو متراً مربعاً (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ١٤١٨هـ).



شكل رقم (١): مدينة الرياض (المصدر بتصرف: قاعدة بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض،٢٠٠٥)

ويبلغ عدد سكان مدينة الرياض حوالي (٤,٢٠٠,٠٠٠) نسمة (مصلحة الإحصاءات العامـة عـام ١٤٢٥هـ)، وتضم هذه المدينة وسائل نقل تتمثل بـ ٩٨٥,٠٠٠ مركبة (موقع الهيئة العليا لتطوير مدينـة الرياض)، وكذلك خمس محطات لتوليد الطاقة الكهربائية، ومصفاة بترول، ومـصنع اسمنـت، و (١٤٤٩) مصنعاً (وزارة التجارة والصناعة ،١٤٢٧هـ)، وجميعها تساهم في تلوث الهواء. واختيار المدينة لأ ا تـضم المدينة سبع محطات مراقبة جودة الهواء، خمساً منها تابعة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنيـة، وواحـدة لمصلحة الأرصاد الجوية، وواحدة تابعة لشركة أرامكو السعودية، شكل رقم (٢).

خريطة مواقع محطات مراقبة جودة الهواء
داخل مدينة الرياض

حدود المنطقة الحضرية
الشوارع الرئيسية
محطات مراقبة جودة الهواء لمدينة الرياض
المحطات التابعة لشركة أرامكو السعودية
المحطات التابعة لمدينة الملك عبدالعزيز
المحطات التابعة لمصلحة الأرصاد الجوية

شكل رقم (٢): محطات مراقبة جودة الهواء داخل مدينة الرياض مدينة الرياض (المصدر بتصرف: قاعدة بيانات الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض،٢٠٠٥)

١,٥ الدراسات السابقة

يدور البحث حول تصميم واجهة برمجية تتفاعل مع خرائط التلوث المرتبطة بالزمن، ويكون لها القدرة على استعراض خرائط التلوث بشكل حركي تتابعي من خلال البيئة البرمجية المتاحة في نظم المعلومات الجغرافية (ArcObjects)، و على هذا فإن الدراسات السابقة تتمحور حول ثلاثة محاور، وهي على النحو التالي:

أولاً: دراسات تناولت استعراض الخرائط الزمنية

ذكر بترسون (Peterson, 1996) أن الهدف من استعراض الخرائط الزمنية بطريقة متحركة توضح التغير الذي يحدث على الظاهرة عبر مرور الزمن إذا ما عرضت بشكل منفرد. وحدد عدة متغيرات تتأثر عند الاستعراض الخرائطي الحي (Cartographic Animation) وهي الحجم، والشكل، والموقع، والسرعة، ونقطة العرض، والمسافة، واللون، والمشهد، والنسيج، والتظليل، والنمط، وقسم البحث أنواع الاستعراض الحي إلى نوعين: النوع الأول، استعراض حي للظواهر الجغرافية الزمنية بهدف وصف التغير الذي يحدث عبر الزمن، أما النوع الثاني فهو استعراض حي للظواهر الجغرافية غير الزمنية، ويهدف إلى إظهار عوامل أخرى غير الوقت؛ كاستعراض السطح بطريقة ثلاثي البعد.

كما ربط ماك إيخرن و كراك (MacEachren and Kraak,1997) بين علم الاستعراض والاستعراض الخرائطي الذي يستخدم تقنية الحاسب في العرض المرئي، والهدف منه تسهيل الإدراك من خلال التحليل المرئي (Visual Analysis)، وقدم نموذجاً لاستعراض الخريطة في أربع مراحل: مرحلتان منها خاصة بالتفكير المرئي الخاص (Private Visual Thinking)، وتشمل الاستكشاف والتركيز ، والمرحلتان الأخريان حول الاتصال المرئي العام (Public Visual Communication)، وتشمل التقديم والتركيب.

وقدم هرور (Harrower,1999) مفاهيم حول المكان والزمان في علم الخرائط، حيث يقول: إن مفهوم الزمن على الخريطة مفقود؛ لأن كل الخرائط الورقية أحداث ساكنة، وأكبر إشكالية يواجهها الخرائطي هي تمثيل الظواهر الطبيعية المتحركة؛ مثل تمثيل العواصف الرعدية، فالزمان متغير ومتكرر أما المكان فهو ثابت.

وقد ميز كراك (Kraak, 2000) بين ثلاثة أنواع من الخرائط الزمنية (Temporal Cartographic Maps)، وهي على النحو التالي:

١) خريطة منفردة ساكنة: (Single static map).

وهي عبارة عن خريطة واحدة تستخدم الرموز الجغرافية لتمثيل الأحداث.

٢) سلسلة خرائط ساكنة: (Series of static maps).

وهي سلسلة من الخرائط المنفردة مصفوفه بجوار بعضها البعض، وتمثل كل خريطة حدثاً معيناً، ويصعب تطبيقها مع الخرائط الكثيرة.

٣) الخرائط الحية: (Animated map).

وهي مجموعة من الخرائط المنفردة، وتمثل كل واحدة منها فترة زمنية معينه، ويتم عرضها في شـكل لقطات سريعة الواحدة تلو الأخرى.كما يقول: إنه بالرغم من الحاجة لعرض الخرائط الزمنية بشكل متحرك إلا أ ا محدودة الاستخدام. كما حث الباحث على استخدام برامج مساعدة في عرض الخرائط الزمنية بشكل متحرك، مثل برامج الماكروميديا (Macromedia).

وأوضح بيكوت (Peuquet, 2000) في دراسته عن تمثيل الزمان والمكان، أنه من السهل تمثيل المكان، ولكن ليس من السهل تمثيل الزمان على الخريطة، الذي اعتبره البعد الرابع للخريطة (X,Y,Z,T)، وأن نظـم المعلومات الجغرافية تعرضت لانتقاد على مدى عشر سنوات مضت لعدم تمثيلها صراحةً التغيرات التي تحدث عبر الزمن، ولا تزال محل إشكالية حتى زمننا هذا، خاصة عندما تكون هناك ظاهرة ذات أحداث دائمة التغير مع مرور الوقت، تسهم في توليد سلسلة كبيرة من الأحداث التي تحتاج إلى عملية ربط فيما بينـها. هـذا يتطلب منا البحث عن طريقة تقوم بتحريك هذه الأحداث في نسق واحد حتى تسهل عملية تحليل هذا التغير عبر الزمن، وسمى هذه العملية بالتمثيل المتعدد (Multi-representation).

تطرق فيربيرن وأخرون (Fairbairn, *et al.*, 2001) إلى تمثيل الظواهر الجغرافية وعلاقته مع الاستعراض الخرائطي، وقدمها في خمس مفاهيم يجب أخذها في الاعتبار عند تمثيل الظواهر الجغرافيـة في الاسـتعراض الخرائطي وهي: ١) طبيعية البيانات الممثلة، فهناك بيانات ساكنة، وبيانات مرتبطة بالزمن، وبيانات ذات تغير مستمر، وكل نوع من هذه البيانات له طريقة مثلى للتمثيل والاستعراض؛ ٢) شكل التمثيل المختار للظواهر الجغرافية؛ ٣) الغرض من استعراض الظواهر الجغرافية؛ ٤) المستخدمون وهم العنصر المستهدف من عمليـة الاستعراض؛ ٥) الأساليب التقنية التي ستستخدم في الاستعراض.

ثانياً: دراسات استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في تصميم خرائط التلوث

أجرى كريفورشكو(Krivoruchko, 1999) دراسة على ولاية كاليفورنيا، وقد اعتمدت على نمذجة تلوث الهواء لغاز الأوزون وغاز ثاني أكسيد الكبريت باستخدام المحلل الإحصائي المكـاني (Geostatistical Analyst)، وقام بمقارنة بين طريقتي اشتقاق: طريقة الكريغنغ (Kriging)، وطريقة معكوس المسافة الموزونة (IDW)، حيث توصل إلى أن طريقة الكريغنغ منطقية في تمثيل الواقع، بخلاف طريقة معكوس المسافة الموزونة (IDW) التي لا تمثل الواقع كما يجب.

كما تطرق ماتيجيسيك (Matejicek, 2001) إلى دراسة تلوث الهواء لغاز ثاني أكسيد النيتروجين في مدينة براغ، حيث قام الباحث برصد بيانات التلوث بشكل أفقي عن طريق محطـات الرصـد الأرضـي، وبشكل رأسي عن طريق جهاز ليدار (Lidar) الذي يثبت بالطائرة فيقوم بقياس الملوثات على مـستويات مرتفعة لشارع كانيون في مدينة براغ عاصمة التشيك، ومن ثم استخدم طرائق الاشتقاق من أجـل معرفـة توزيع تراكيز الملوثات لشارع كانيون. وتوصلت الدراسة إلى أن تلوث الهواء يقل كلما ارتفعنا إلى أعلـى، وكذلك تزداد كمية الملوثات فوق تقاطعات الشوارع الرئيسة.

تناول رحمتي زادة وآخرون (Rahmatizadeh, *et al*., 2006) دراسة تلوث الهواء في مدينة طهران بغاز أول أكسيد الكربون، وجمع البيانات من سبع محطات لمراقبة جودة الهواء، وقام الباحث بنمذجة تلوث الهواء باستخدام بطريقة الكريغنغ (Kriging)، وطريقة معكوس المسافة الموزونة (IDW) المتاحة في برنامج المحلـل الإحصائي (Geostatistical Analyst) في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وعمـل مقارنـه بـين الطريقتين، حيث وجد أن طريقة الكريغنغ هو الأقرب للصحة في نمذجة غاز أكسيد الكربون.

ثالثاً: دراسات استخدمت لغة البرمجة في تطويع نظم المعلومات الجغرافية

قام دايكس وأنوين (Dykes and Unwin, 1998) بتصميم واجهة برمجية لديها القدرة علـى إنتـاج خرائط الكوروبلث وخرائط الدوائر النسبية، وعمل المؤشرات الإحصائية، معتمدين على بيانـات التعـداد السكاني لعام (١٩٩٠م) لمقاطعة ليسترشاير في المملكة المتحدة، حيث رأيا أن هناك حاجة ماسـة لتطـوير أدوات جديدة لعمل خرائط ديناميكية بالاستعانة ببيئة البرمجة من أجل التغلب على قيود الخريطة الساكنة.

وقام جيل (Gale,1999) بوضع منهجية عند تصميم واجهات برمجية باسـتخدام (MapObjects) في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، حيث قسم المنهجية إلى أربعة أقسام وهي: ١) التعرف علـى متطلبـات المستخدم، ٢) تصميم واجهة المستخدم، ٣) البناء البرمجي للبرنامج، ٤) الاختبار والتنفيذ.

وكل مرحلة يجب أن تحدد أهدافها بوضوح، ولا يتم الانتقال إلى المرحلة التالية حتى ينتهي من المرحلة الأولى.

وركز تشيثام (Cheetham, 2000) على دراسة بيانات الجريمة بفيلادلفيا، حيث إن مراكز الشرطة تستقبل أكثر من مليوني بلاغ من الاعتداءات إلى حوادث السير وكل حدث مرتبط بالزمان والمكان، وهذا الكم الهائل من البيانات يحتاج إدارة فاعلة لتتبع الجريمة، وتحديد مكان وقوعها ووقتها بدقة، ولذلك قام الباحث بتصميم برنامج يختص بتتبع الجريمة في تحديد مكانها ووقت حدوثها وسماه "CrimePlayer" بحيث ربط هذه الواجهة ببرنامج (Tracking Analyst) القادر على تتبع الظواهر الجغرافية حسب زمن حدوثها.

وقام دانق و آخرون (Dang, *et al*., 2001) بمحاولة إيجاد حل لمشكلة مكتب التعداد الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية الذي يواجه تحدياً كبيراً من ناحية الكم الهائل من البيانات المتعلقة بكل مقاطعة، وهذه البيانات مهمة للغاية لكثير من الجهات. وبما أن المكتب يتعامل مع برنامج نظم المعلومات الجغرافية التي تتوفر فيها الأدوات البرمجية، قام بتصميم برنامج سماه (Dynamaps) يحمل واجهة برمجية قادرة على إنتاج خرائط كوروبلث (Choropleth) التي تمثل تدرج الألوان لأي بيانات مختارة، وكذلك توفر هذه الواجهة الاستعلام الديناميكي (Dynamic Queries)، وهذه الخاصية تمكّن المستخدم من الاستعلام عن أي ظاهرة بكل يسر و سهولة، كما تقوم هذه الواجهة بعمل الرسوم البيانية الإحصائية (Scatterplot) لتوضح توزيع البيانات إحصائياً، كما تمكّن المستخدم من تحميل البيانات الجغرافية على شكل ملفات شيب فايل (Shape file).

كما قام كودور (Kudowor, 2002) بتصميم واجهة متكامله باستخدام الفيجوال بيسك التطبيقي (VBA) المتاح في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وهذه الواجهة صممت خصيصاً للتطبيقات التي تعتمد على نمذجة شبكة النقل، والهدف منها تبسيط وتسهيل التعامل مع أدوات برنامج نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بنمذجة شبكة النقل من أجل توفير الوقت والجهد المبذول للعمل بالطرائق العادية.

تناول الغامدي (١٤٢٧هـ) دراسة حول استعراض خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة، وبين كيف أن هذا المفهوم يعد تقنية جديدة كونها تسمح بتمثل الواقع في شكل أهداف (Objects) كما يراها المستخدم في الواقع. كما عرضت الدراسة بعض الأمثلة كتوضيح تطبيقي على التطويع لبعض وظائف نظام آرك أنفو (Arc Info)، من خلال المكونات البرمجية المسماة بـ (ArcObjects)، ضمن بيئة الفيجوال بيسك (Visual Basic).

كما صمم برادشو (Bradshaw, 2007)، واجهة برمجية بواسطة الفيجول بيسك التطبيقي (VBA) الملحق في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، والهدف من هذه الواجهة هو إبراز سطوح البنايات المعقدة من

على الصور الفضائية بطريقة ثلاثية البعد بشكل احترافي، وكذلك معرفة أطوال هذا المباني من واقع الصور الفضائية من أجل استعراضها بطريقة الواقع الافتراضي.

ويتضح من العرض السابق للدراسات السابقة على أهمية استعراض الخرائط الزمنية بطريقة متحركة، وهذا ما نادى به صراحةً بيكوت (Peuquet, 2000) من أجل اكتشاف الأحداث التي تتغير مع مرور الزمن. وعلى الرغم من أهمية هذا النوع من الاستعراض للظواهر الجغرافية المرتبطة بالزمن إلا أنه محدود الاستخدام كما ذكر كراك (Kraak, 2000)، وهذا ما حدا ببعض الباحثين إلى أن ينادوا باستخدام برامج مساعدة في استعراض الظواهر الجغرافية المرتبطة بالزمن بشكل متحرك مثل برامج (Macromedia)، ولكن عند استخدام مثل هذه البرامج يجب حفظ تلك الخرائط بامتدادات تستطيع البرامج المساعده التعامل معها، ولكن بمجرد تحول هذه الخريطة من امتداد (.mxd)، الذي يتعامل معها نظم المعلومات الجغرافية إلى أي صيغة أخرى مثل (GIF ,JPEG)، أو غيرها من صيغ الصور المعروفة، فعندها ستفقد هذه الخرائط حيويتها القابلة للتعديل والاستعلام و التكبير والتصغير إلى صورة ساكنة مهمتها العرض فقط.

كما أثبتت الدراسات السابقة الخاصة في نمذجة تلوث الهواء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية قوة هذه النظم؛ وذلك راجع إلى امتلاكها عدة أساليب في نمذجة تلوث الهواء، وكان أقوى هذه الطرائق وأقرا للصحة هو طريقة كريغنغ، ولكن هذه الطريقة تحتاج إلى حجم عينة كبيرة وهذا مالا نجده في هذه الدراسة ولذا ستعتمد الدراسة في نمذجة تلوث الهواء لغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض على طريقة إسبلاين من أجل أخذ الانطباع العام على حركة تلوث الهواء من يوم لأخر.

كما أظهرت الدراسات السابقة الخاصة باستخدام لغة البرمجة لجوء كثير من الباحثين إلى هذه اللغة من أجل تصميم برامج تتفاعل مع خرائط نظم المعلومات الجغرافية حتى تحقق أهدافهم. ومن هذا المنطلق أتت هذه الدراسة على غرار الدراسات السابقة لتقدم حلولاً خرائطية لاستعراض الخرائط المرتبطة بالزمان والمكان، مستفيدة من إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية البرمجية لتصميم برنامج قادر على استعراض خرائط تلوث الهواء بطريقة ديناميكية حركية تفاعلية من ناحية الإضافة والاستعلام.

١,٦ تساؤلات الدراسة

تحاول الدراسة الإجابة عن التساؤلات التالية:

١) ما أهمية تصميم واجهة برمجية قادرة على استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي ؟

٢) ما مدى فاعلية نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء عروض مرئية (خرائط تنبؤية) تعكس محتويات الأرقام الخام المخزنة داخل قواعد البيانات الجغرافية؟

٣) كيف يمكن تصميم واجهة تطبيقية برمجية باستخدام برنامج الفيجول بيسك (Visual Basic) تكون قادرة على استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي ؟

٤) ما مدى قدرة الواجهة البرمجية المقترحة على تحقيق الإتصال الخرائطي الفعال؟

١,٧ منهج البحث

قامت الدراسة على تصميم واجهة برمجية (Programming Interface)، تتفاعل مع خرائط التلوث باستخدام لغة الفجوال بيسك (Visual Basic)، وبمساعدة المكونات الهدفيـة (ArcObjects)، المتاحـة في نظام آرك إنفو (Arc Info)، بهدف استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل ديناميكي لمعرفة تحرك الملوثـات، وتركزها خلال الفترات الزمنية المستهدفة، بعد نمذجتها ببرنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst)، في حزمة (ArcGIS). وعلى هذا ستعتمد الدراسة على الأسلوب التجريبي الذي يتيح للباحث تحسين وتطوير وإعادة تشكيل المنتج وإخراجه بشكل يتوافق مع أهدافه، ومن خلال ما سبق فإن الدراسة ستمر بعدة مراحل علـى النحو التالي:

المرحلة الأولى: أهمية الاستعراض الجغرافي

ستبدأ الدراسة بعرض المفاهيم الجديدة التي ظهر في الآونة الأخيرة في علم الجغرافيا وبالأخص علـم الكارتوغراف (Carography)، الذي يقوم على استخدام تكنولوجيا الحاسـب الآلي في عـرض الظـواهر الجغرافية، كما تعرض هذه المرحلة أنواع الاستعراض الجغرافي مع التركيز علـى الاسـتعراض الـديناميكي للخرائط المرتبطة بالزمان والمكان.

المرحلة الثانية: تصميم خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الريـاض لعـام (٢٠٠٣م)

سيتم في هذه المرحلة إنتاج خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت وعددها (٣٦٥) خريطـة تمثل المعدل اليومي لعدد أيام رصد تلوث الهواء لعام (٢٠٠٣م) كمثال تطبيقي لاختبار المشروع وتجريبـه. ومن خلال برنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst)، عن طريق الاشـتقاق (Interpolation)، بطريقـة إسبلاين (Spline)، التي لديها قدرة على تنبؤ النقاط المجهولة بالاعتماد على النقاط المعلومة باستخدام نماذج رياضية معدة سلفاً داخل البرنامج لهذه الغرض. لن تتطرق الدراسة إلى مناقشة طرائق الاشتقاق والأسـاليب الإحصائية التي تستند عليها والمفاضلة بين هذه الطرائق، لأن الهدف الأساس للبحث هو تصميم واجهة برمجية قادرة على التفاعل مع خرائط التلوث - الكثيرة – المنتجة ببرنامج نظـم المعلومـات الجغرافيـة بـشكل ديناميكي، واستدعاء أي خريطة بحسب تاريخ إنتاجها عند الحاجة. وسيعتمد البحث على طريقة إسـبلاين حتى تعطي الانطباع العام عن توزيع الملوثات داخل المدينة، لكن لأن أفضل طرائق الاشتقاق هـي طريقـة

الكريغنغ (Kriging)، بناءً على توجيه معظم الدراسات التي قامت بنمذجة تلوث الهواء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية اعتمدت عليها؛ لأ ا أفضل الطرائق في هذا اال و أقر ا لتمثيل الواقع في تحديد انتشار وتركز الملوثات، إلا أن هذه الطريقة تحتاج إلى عينات كثيرة حتى يعمل بفاعلية عكس ما هو موجود في هذه الدراسة، فالعينات الموجودة هي سبع عينات فقط، وهذا العدد قليل ولا يخدم طريقة الكريغنغ، فلجأت هذه الدراسة إلى طريقة إسبلاين من أجل أخذ الانطباع العام عن تحرك ظاهرة تلوث الهواء.

المرحلة الثالثة: تصميم الواجهة البرمجية لاستعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي

ستهتم هذه المرحلة على التعرف على البيئة البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية، وطرق عملها، وتحديد المكونات الهدفية اللازمة لتصميم الواجهة البرمجية القادرة على التفاعل خرائط تلوث الهواء التي تم تصميمها في لمرحلة السابقة، وتتطلب هذه المرحلة ما يلي:

١) تحديد الهدف من تصميم الواجهة البرمجية- واجهة المستخدم (User Interface):

وهي الإطار النظري للمشروع، يتم فيه تحديد الهدف من الواجهة البرمجية ثم النظر إلى متطلبات المستخدم (User requirements)، التي يجب توفرها في الواجهة البرمجية ويجب أن تكون هذه المتطلبات واقعية وقابلة للتنفيذ، ويراعى فيها إمكانيات المبرمج والأدوات المتاحة أمامه، وبعد ذلك ترسم المنهجية بشكل كامل لتنفيذ المشروع.

٢) تصميم الواجهة البرمجية:

تتكون من أوامر برمجية (Commands) تنفذ رغبة المستخدم من خلال الأيقونات (Icons) الموجودة على واجهة المستخدم كفتح ملف(File)، وحفظ (Save)، والطباعة (Printer)، والتكبير(Zoom In)، والوضع الطبيعي (Full Extent)، وكل هذا من أجل إخراج العمل على أحسن صورة ممكنه ترضي المستخدم.

٣) استدعاء الكائنات الهدفية اللازمة لتصميم الواجهة من برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

يتم من خلال برنامج الفيجوال بيسك (Visual basic 6.0) استدعاء الأدوات اللازمة لتصميم الواجهة من برنامج نظم المعلومات من خلال خاصية (Components)، مثل أداة (PageLayoutControl)، التي تعتبر مسرح لعرض الخرائط، وكذلك أداة (Timer)، ومهمتها استعراض الخرائط بشكل ديناميكي متحرك، ويمكن من خلالها تسريع وإبطاء العرض، وكذلك أداة التقويم (Calendar)، التي تساعد على عرض الخرائط حسب تاريخ إنتاجها، وبعد ذلك ربط هذه الأدوات بالواجهة البرمجية عن طريق كتابة النصوص البرمجية (Codes).

المرحلة الرابعة تنفيذ البرنامج

يتم في هذه المرحلة اختبار المشروع والتحقق والتثبت من قدرته على تلبية المتطلبات التي حـددت في المرحلة الأولى، وتعديل الأخطاء إن وجدت، وفحص المكونات قبل تحويله إلى برنامج تنفيذي (.exe) قابـل للاستخدام والتوزيع، ثم تجريب البرنامج في استعراض خرائط التلوث بشكل تتابعي الـتي تم تـصميمها في المرحلة الثانية، ومحاولة تحليل الظاهرة وإدراك التغيرات التي تحدث من واقع الاستعراض التتـابعي الحركـي لخرائط التلوث، وتعد المراحل السابقة هي مراحل تنفيذ العمل، شكل رقم (٣).



شكل رقم (٣) : مخطط تنفيذ مراحل العمل.

الفصل الثاني

الاستعراض الجغرافي: بياناته، وخصائصه، وأساليبه

٢,١ مقدمة

يتناول هذا الفصل الاستعراض الجغرافي (Geographic visualization)، وأهميته في الكشف عن البيانات الضخمة التي يصعب عرضها بالطرق التقليدية، كما يتطرق إلى طرائق تخزين البيانات في نظم المعلومات الجغرافية ونماذج تمثيلها كالنموذج الخطي (Vector Model)، والنموذج الشبكي (الخلوي)، (Raster Model)، وهناك طرائق عديدة لرصد وتمثيل البيانات من أجل استخدامها في الاستعراض، حيث هناك بيانات مستمرة ذات تغير سريع وبيانات ثابتة لا تتغير أبداً وبيانات أخرى بطيئة التغير، وكل نوع له ما يناسبه من أساليب الاستعراض، مما شجع العلماء والمهتمين على البحث في أساليب استعراضية من شأنها تسهيل واستقصاء المعلومة من البيانات، والأساليب الاستعراضية هي الاستعراض الحي والاستعراض التتابعي والواقع الافتراضي والاستعراض ثلاثي البعد التي من شأنها دعم صناعة القرار من خلال ترجمة البيانات إلى عروض مرئية تسهل وصول المعلومة للمستخدم.

٢,٢ الاستعراض الجغرافي

يقدم الاستعراض الجغرافي مجموعة واسعة من الأشكال المرئية والتفاعل مع الآليات التي ساعدت على استكشاف معمق للبيانات المكانية والزمنية، مما يسهل عملية اتخاذ القرار (Fabrikant, 2001).ويعد علم الاستعراض من العلوم الحديثة التي دخلت في علم الجغرافيا بالذات على الخرائط مقارنة بالعلوم الأخرى، واستخدمت كلمة استعراض (Visualization)، أول مرة في المراجع الخرائطية قبل أربعة عقود (MacEachren, 2004)، ومنذ هذا التاريخ كّرس علماء الخرائط اهتماماً كبيراً في علم الاستعراض الذي وجدوا فيه حلاً لكثير من مشاكلهم الخرائطية، وخاصة للظواهر الجغرافية المرتبطة بالزمان. حيث قاموا بإدخال أساليب جديدة في عرض البيانات بشكل مرئي، وكان المحفز الكبير لهذا الاهتمام هو التطور السريع في ميادين تكنولوجيا الحاسب الآلي وظهور برامج متخصصة في علم الخرائط مثل برنامج أوتوكاد (AutoCAD) وبرنامج سيرفر (Surfer)، وآرك فيو (Arc View)، وكذلك نظام آرك إنفو (Arc Info) وغيرها، التي أعطت الخرائطي مجالاً رحباً في إخراج وعرض خريطته على المستخدم بطرائق استعراضية بصرية متنوعة تسهل وصول المعلومة. ومع التطور السريع لتقنية الحاسب والبرمجيات ظهر ما يسمى بالخرائط الديناميكية الذكية (Intelligent dynamic maps) (MacEachren, 2004)، التي ساعدت المستخدم على التفاعل مع الخريطة، وجعلت الخريطة تستجيب لطلبات المستخدم من خلال الواجهات البرمجية الرسومية المزودة بالعديد من الأوامر التي تسهل التعامل مع المخرج النهائي.

لقد أصبح علم الاستعراض من العلوم الأساسية التي يستخدمها علم الخـرائط (Cartography) وأول من أطلق مسمى الاستعراض الجغرافي هو ماك إيخرين (MacEachren) عام (١٩٩٩م)، مطلقا عليـه اسـم (Geovisualization) وهو اختصار لكلمتين هما (Geographic) و (Visualization). وهناك عدة تعاريف للاستعراض الجغرافي وجميعها مرتبطة في تكنولوجيا الحاسب الآلي دف تسهيل وصول المعلومة بطريقة مرئية (Taylor, 1994). ولقد عرفه سلوكم (٢٠٠٨) بأنه "... استعمال التمثيل المرئي سواء كان علـى ورق أو باستخدام برامج العروض الحاسوبية كالمكروميديا لتوضيح المشكلات ولتحفيز القدرات البـشرية البـصرية لاكتشاف المعلومات الجغرافية "(Slocum, 2008 pp.12). ويمكن تحديد تعريفاً للاستعراض الجغرافي بنـاءً على ما تقدم وهو (استخدام تكنولوجيا الحاسب الآلي والبرامج المساندة المتطورة، مثل بـرامج الوسـائط المتعددة في إنشاء عروض بصرية في تمثل الخرائط واستعراضها بشكل يسهل استكشاف البيانات من خـلال عملية الإدراك البصري عند المستخدم). والاستعراض الجغرافي يعتبر الخطوة الأخيرة في سلـسلة تجهيـزات الخريطة على الحاسب الآلي (Kraak, 2000)، ويمثل الاستعراض الجغـرافي قـوة اسـتراتيجية في معرفـة واستكشاف البيانات واستخدام الدافع البصري في هذه العملية، حيث استفاد علـم الخـرائط مـن علـم الاستعراض (Scientific Visualization)، وخاصة مع تزايد حجم البيانات بوتيرة متسارعة، حيث أصبح توفر المعلومة المباشرة الآنية من أبسط الأشياء، خاصة مع تطور وسائل الاتصال مثل تقنية الاستشعار عن بعد التي تمد المراصد الأرضية بكم كبير من البيانات، وجعلت هناك ضرورة ملحة في توظيف تقنية الحاسب الآلي في رصد وتخزين هذه البيانات فيما يسمى بقاعدة البيانات (Database) تكون قادرة على استيعاب هذا الكم الكبير من البيانات، وكذلك البحث عن آلية قادرة على استعراض هذه البيانات بشكل مرئي لاكتشاف ما تحتويه من معلومات (Information).

٢,٣ خصائص الاستعراض الجغرافي في اكتشاف المعرفة

حاول الكثير من علماء الحاسب والمهتمين في السنوات الأخيرة استخلاص المعرفـة مـن البيانـات الضخمة، حيث طوروا تقنية تعرف باسم استكشاف المعرفة من قواعد البيانات (Slocum, 2008)، ومـن الضروري على الجغرافيين الاستفادة من هذه التقنيات لتحويل البيانات الجغرافية إلى أشكال مرئية تعكـس محتويات قاعدة البيانات، ومن الذين استغلوا مثـل هـذه التقنيـات في وقتنـا الحاضـر ميـك إيخـرين (MacEachren)، وكراك (Kraak)، اللذان قدما عروضاً مرئية تساعد على اكتشاف المعرفـة في قواعـد البيانات.

ومن هنا يجب على الخرائطي فهم بياناته فهماً جيداً حتى يعرف كيف يصمم خريطته بشكل يساعد على اكتشاف البيانات من حيث تمثيل بياناته، فمسألة الترميز واختيار الألوان والتنسيق من الأمور المهمة في تصميم الخريطة، ولكن الصعوبة تكمن في تحريك هذا التمثيل، فالبيانات الجغرافية المرتبطة بالمكان والزمان (Spatio-temporal)، ودعم ذلك بكل ما يلزم المستخدم إلى اكتشاف البيانات، مثلاً إرفاق الرسوم البيانية والأشكال التوضيحية مع عرض الخريطة سوف يساعد على توضيح طبيعة البيانات المخزنة داخل الحاسب الآلي، والاستعراض المرئي لديه خصائص ينفرد ا ومنها:

٢,٣,١ استكشاف البيانات

إن الهدف الأساسي من عملية الاستعراض هو استكشاف البيانات الضخمة واستخلاص المعلومات من خلال العرض المرئي، فمع تنامي البيانات الرقمية الجغرافية في ظل تزايد الأجهزة المرتبطة بعالم التكنولوجيا كتقنية الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، وغيرها من أجهزة الرصد البيئية والمكانية أصبحت الأمور أكثر تعقيداً، إذ إن الهدف من استكشاف المعرفة الجغرافية (Geographic knowledge discovery) هو استخلاص المعلومات من البيانات الجغرافية واسعة النطاق (Harvey, 2001). ويزداد الأمر صعوبة مع تزايد في حجم البيانات المكانية (Spatial Data)، والبيانات غير المكانية (الوصفية) (Attribute Data) حيث يلزمنا وضع منظومة قادرة على استيعابه وتخزينه وعرضه والاستعلام منه وبناء العلاقات بين محتوياته مما يشكل مواكبة لهذا العصر المتطور، وخاصة إذا كانت هذه البيانات مرتبطة بالزمن (Temporal data)، بمعنى أنه ستتولد بيانات جديدة كل لحظة تمر فيها عقارب الساعة، وهنا سوف تتعقد المسألة من مجرد التفكير في حفظها إلى التفكير في إدار ا ومعرفة واكتشاف محتواها، وهذا ما جعل المختصون يفكرون في البحث عن منظومة إدارة قواعد البيانات (Database management system DBMS) على إدارة هذه البيانات بكل كفاءة، بل في معرفة واستقصاء المعلومات الموجودة في البيانات، وهذا ما ساعد على ظهور مصطلح استقصاء المعلومات من البيانات (Data Mining)، ويعرف هذا مصطلح بأنه:"...استخراج المعرفة الضمنية والعلاقات المكانية والزمانية والأنماط الأخرى غير الواضحة المخزنة بقواعد البيانات". (Koperski *et al*, 1998).

إن وجود منظومة متكاملة في تخزين واسترجاع وعرض البيانات بشكل سهل ومبسط يستطيع المستخدم التعامل معها وإدراك ما تحتويه بكل يسر وسهولة، ومصدر هذا البيانات هو الميدان من خلال ما ترصده أجهزة الرصد، أو ما يرصده الباحث من تغير في الظواهر الجغرافية والاجتماعية والبيئية في مختلف اﻟﻤﺠالات، وهذا التغير قد يكون بطيئاً وربما ثابتاً لا يتغير مع مرور الزمن، كبيانات ارتفاع جبل فهي بيانات

ثابتة على مدار مئات السنين، وهناك بالمقابل بيانات ذات تغير مستمر مع مرور الزمن كالبيانات التي يرسلها القمر الاصطناعي عن حالة الطقس، فهي بيانات ذات تغير مستمر كل لحظة، وهذا يولد كماً هائلاً من البيانات التي قد تضيع المعلومة من خلال هذه الأرقام المتناثرة، فجاء علم الاستعراض الجغرافي محاولاً التغلب على هذه المشكلات من خلال ما يقدمه من أساليب استعراضية تسهل إيصال هذه البيانات الكبيرة إلى المستخدم على هيئة معلومات مرئية.

٢,٣,٢ التحليل المرئي

هو علم يعتمد على العين (حاسة النظر) في عملية التحليل واستكشاف بيانات الظواهر الجغرافية، حيث بين سلوكوم أنه "... من العلوم التحليلية التي تسهل عملية الإدراك من خلال التفاعل المستخدم مع الواجهة المرئية " (Slocum, 2008 pp.493)، وينبغي استغلال القدرات البصرية عند الإنسان وتعزيزها في إيصال البيانات بأسلوب استعراضي (Giertsen and Lucas 2004)**.** ويقوم التحليل المرئي على تحليل التغيرات التي تحدث على الظاهرة الجغرافية من خلال العين واستكشاف العلاقات بين الظواهر الجغرافية، وهذا الهدف الأساسي من عملية التحليل المرئي يتوقف على عاملين مهمين وهما: اختيار طريقة الاستعراض المثلى والمتلقي، وتفصيلهما كالآتي:

أولاً: اختيار طريقة الاستعراض المثلى

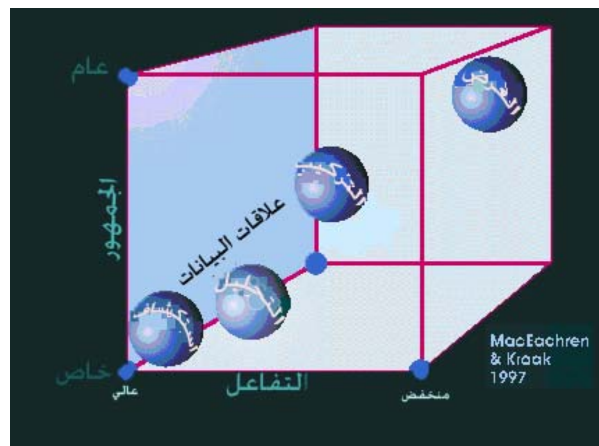
هناك أساليب للاستعراض، وكل أسلوب له ما يناسبه من ظواهر جغرافية لتوصيل وصول المعلومة إلى المستخدم وإدراكها بكل سهولة. فعلى الخرائطي اختيار الأسلوب الأمثل في الاستعراض لتوصيل هدفه إلى المستخدم، وكل هذا يتوقف على الجمهور المستهدف والظاهرة المراد استعراضها والإمكانيات المتوفرة، فمثلاً يحتاج استعراض الواقع الافتراضي (Virtual Reality)، إلى قدرات عالية ربما لا تتوفر للمستخدم العادي، فيجب طرح مجموعة أسئلة قبل اختيار نوع الاستعراض وهي:

١) هل الجمهور المستهدف من المستخدمين الجيدين للتكنولوجيا؟
٢) هل الجمهور المستهدف معتاد على هذا النوع من الاستعراض ؟
٣) هل هذا النوع من الاستعراض يتناسب مع هذه الظاهرة المراد عرضها ؟
٤) هل لدي الإمكانيات والمقدرة على تصميم هذا النوع من الاستعراض؟
٥) كم حجم البيانات المراد استعراضها ؟

فإذا استطعنا الإجابة على هذه الأسئلة سوف نستطيع اختيار نوع الاستعراض الأمثل للظاهرة المراد استعراضها. فهناك ظواهر جغرافية ساكنة، مثل الظواهر التضاريسية، وهناك ظواهر متحركة (متغيرة) مع مرور الزمن، مثل الظواهر الجوية، فالظواهر التضاريسية ربما يحتاج المستخدم مشاهدة المجاري المائية، فهنا نحتاج لقطة واحده ثلاثية البعد توضح الارتفاعات والانخفاضات على هذه الكتلة التضاريسية، أما إذا كانت الظاهرة جوية مثل متابعة اختلاف معدلات الضغط الجوي على مدار عشر سنوات لمنطقة ما، فإنه سيتولد بيانات ضخمة ولابد من البحث عن طريقة ديناميكية تساعد على وصول المعلومة إلى المستخدم بكل يسر وسهولة، كالاستعراض الحي (Animation)، الذي يختصر كل هذه البيانات من خلال فيلم يعرض اختلاف معدلات الضغط الجوي مع مرور الوقت، مما يجعل المستخدم يرى الظاهرة ويدركها ويحللها بعينه.

ثانياً: المتلقي (المستخدم)

وهو العنصر المستهدف من هذه العملية التي تعتمد على الجوانب الحسية والمادية عند المستقبل، وتعتمد على ما يختزله المستخدم من خبرات في التعامل مع هذه الأنواع من الاستعراض (Lloyd, *et al.*, 2007). فربما تمر المعلومة خلال فترة العرض والمستخدم العادي لا يدركها، ولكن المستخدم المتمرس سوف يدركها ويحللها خلال فترة العرض، وهذا راجع إلى الخبرات السابقة لهذا المستخدم التي جعلته يلاحظ كل تغير، ويميزه ثم يحلله، وهذا هو التفاعل الحقيقي بين الإنسان والآلة بصرياً، وتمر هذه العملية بأربع مراحل: تقديم؛ وتركيب؛ وتحليل؛ واستكشاف، كما أوضحها ماك إيخرين و كراك، شكل رقم (٤)، حيث يبدأ العرض بشكل عام فيبدأ المستخدم بالتفاعل معه من خلال التركيز وتركيب مكونات العرض من خلال ما تشاهده العين حتى يستوعب العرض، فينتقل إلى مرحلة التحليل ويقوم فيها العقل بتحليل هذه الظاهرة حتى يصل إلى استكشاف العلاقات بين الظواهر، وهذه تعتبر آخر المراحل التي تقوده إلى اتخاذ القرار السليم



شكل رقم (٤): مراحل تفاعل الإنسان مع الاستعراض المرئي (المصدر:,MacEachren and Kraak, 1997))،(ترجمة الباحث)

٢,٣,٣ الاستعراض الجغرافي ودعم القرار

أصبح دعم القرار في وقتنا الحاضر مبنياً على معطيات وحقائق، حيث يستطيع المستخدم اتخاذ القرار السليم وترك العشوائية في اتخاذ القرارات، ومن خلال ما يمتلكه الاستعراض الجغرافي (Geovisualization) من كفاءة في الأساليب والأدوات البصرية الفاعلة لفهم الظواهر الجغرافية المعقدة في التخطيط وصناعة القرار. وعلم الاستعراض الجغرافي أصبح من الداعمين الأساسيين في اتخاذ القرارات بجميع أنواعها، حيث تساعد عملية الاستعراض صانع القرار على استكشاف البيانات وتحليلها بطريقة مرئية (Jiang, 2003)، ومع توفر واجهة مستخدم تمكنه من التفاعل مع هذه العملية حتى يستطيع المقارنة بين المتغيرات والعلاقات فيما بينها من أجل وضع الحلول المناسبة (Giertsen, and Lucas,. 2004). فبمجرد محاكاة الواقع وجعل المستخدم يرى المشكلة بعينه ويحددها بدقة فإن ذلك يساعده في اتخاذ القرار السليم. ويمكن تعريف مصطلح صنع القرار بأنه: عملية توفير البيئة والظروف والآليات والتقنيات التي تخدم صناعة واتخاذ قرار جيد قابل للتطبيق، وهذا هو التخطيط السليم الذي يجب أن تنبني علية قرارات المؤسسات والإدارة الحكومية، وهناك عدة مراحل تمر فيها مراحل اتخاذ القرار (رسمي، ٢٠٠٥م)، وهي كالآتي:

١) تحديد نوع الظاهرة الجغرافية المدروسة.
٢) توفر البيانات والمعلومات (كافية، ودقيقة، وبالشكل المطلوب، و التوقيت المناسب).
٣) تحديد نوع الاستعراض المناسب للظاهرة الجغرافية.
٤) التعرف على المشكلة وتحليلها.
٥) تحديد القرارات المناسبة لحل المشكلة.

٢,٤ رصد وتمثيل البيانات للاستعراض الجغرافي

البيانات عنصر أساسي في عملية الاستعراض من حيث نوعها وحجمها، فنوع الظاهر الجغرافية يحدد نوع الاستعراض لان هناك ظواهر جغرافية ساكنة لا تتغير مع مرور الزمن فهي سهله في عملية رصدها وعرضها، وهناك ظواهر جغرافية ذات تغير بطيء تحتاج وقت طويل حتى تلاحظ الفرق الذي يطرأ عليها فهي تحتاج عملية تحديث من وقت لأخر، وهناك ظواهر جغرافية ذات تغير سريع فهي تحتاج متابعة مستمرة و لذا ستحتاج سعة تخزينية كبيرة ،ولذا ستتعرض هذه الدراسة بشيء من التفصيل رصد وتمثيل البيانات في نظم المعلومات الجغرافية.

٢,٤,١ طرائق رصد البيانات الجغرافية

تختلف طرق رصد البيانات الجغرافية باختلاف نوع الظاهرة الجغرافية المرصودة واختلاف أجهزة الرصد المستخدمة، فهناك ظواهر جغرافية يكتفى برصدها مرة واحدة، وبعضها تحتاج رصداً خلال فترات معينـة، وهناك ظواهر جغرافية تحتاج عملية رصد مستمر دون توقف، وعلى هذا يمكن تقسيم عملية رصد الظواهر الجغرافية بناءً على طبيعة هذه الظواهر على النحو التالي:

أ) ظواهر جغرافية تحتاج عملية رصد مرة واحدة

تمتاز هذه الظواهر الجغرافية بثبا ا وعدم تغيرها على مدار الزمن، مثل هذه الظواهر الجغرافية الظواهر التضاريسية، بيانات ارتفاع الجبل عن سطح البحر ثابتة لم تتغير منذ ملايين السنين، فهنا يكتفي الراصد بأخذ هذه البيانات مرة واحدة وتخزينها داخل الحاسب والرجوع لها في أي وقت، وبيانات الأحداث التاريخية فهي ثابتة؛ لأن التاريخ سجلها في صفحاته ولن تتغير؛ لأ ا أحداث حدثت وانتهت، فمثلا عند تمثيـل المعـارك الحربية الماضية فهذه أحداث تمت وانتهت وحدد مكان المعركة وعرف فيها من المنتصر وعدد القتلى وهكذا، فهذه البيانات تكون في العادة قليلة الحجم وسهله في رصدها وجمعها وتمثيلها، وما على الراصد في هذه الحالة إلا الرجوع إلى السجلات والكتب الإحصائية والتاريخية، وتمثيلها على خرائط حسب الطريقة الـتي يراهـا الخرائطي لتوصيل فكرته.

ب) ظواهر جغرافية تحتاج عملية رصد خلال فترات زمنية متفرقة

هذه الظواهر الجغرافية مرتبطة بوقت حدوثها، فهي متكررة الحدوث خلال فتـرات متفرقـة بمعـنى يصعب ملاحظة الفرق عند رصدها بشكل مستمر، وينبغي رصدها خلال فترات متقطعة، مثل ذلك رصـد حركة النمو العمراني لمنطقة ما، ففي هذه الحالة لا يمكن رصد الحركة العمرانية بشكل يومي؛ لأن الراصد لن يلاحظ الفرق، فالحركة العمرانية بطيئة التحرك، ففي هذه الحالة من الأفضل أن تكون عملية رصد الامتداد العمراني سنوية على الأقل حتى يلاحظ التغير في الامتداد العمراني للمنطقة المدروسة. وهكذا الحال عند رصد بيانات مجرى وادٍ معين، فمن المعروف أن الوادي ليس دائم الجريان فجريانه متقطع وخاضع لكمية الأمطار الساقطة خلال هذه السنة، فربما يكون منسوب المياه في هذا الوادي خلال سنة معينة مرتفعاً وخلال سـنة أخرى منخفضاً وربما معدوماً، فمثل هذه الظاهرة تحتاج عملية رصد متفرقة حسب نزول الأمطار. فهنا نجد أن الراصد سوف يجمع سلسلة زمنية متفرقة (متباعدة) من البيانات، وينتج خرائط تمثل الفترات الزمنية الـتي



رصدها، فعندما يقوم برصد فترة عشر سنوات سوف ينتج عشر خرائط وهكذا. وهذه الطريقة أصعب من سابقتها لأ ا تحتاج متابعة ورصد خلال فترة زمنية طويلة.

ج) ظواهر جغرافية تحتاج عملية رصد مستمرة

هذا النوع من الظواهر الجغرافية يتطلب عملية رصد دوؤبة بشكل يومي، بل ربما بشكل ســاعي، أو أقل من ذلك، وخاصة إذا كانت هذه الظاهرة مرتبطة بصحة الإنسان؛ لأن كل تغير يحدث فيها مهم رصده. ومثل ذلك، ظاهرة تلوث الهواء، فمهم رصد كل لحظة تغير تطرأ عليه؛ لأن هذه الظاهرة مرتبطـة بـصحة الإنسان ارتباطاً مباشراً. وهذا النوع من الرصد للبيانات يحتاج إلى محطات رصد خاصة، فهـذه الظـاهرة يصعب رصدها بالطرق التقليدية؛ لأن من شروط رصدها أخذ جميع قياسات المحطات في نفس الوقت حـتى تعطي الانطباع الكامل عن تحرك وتركز هذه الظاهرة خلال فترة معينة. وهذه العملية من الرصد سوف تولد أحجام هائلة من البيانات التي يصعب على الخرائطي تمثيلها، وخاصة إذا أراد تمثيل هذه الظاهرة كل يوم على حدة، فخريطة وخريطتان لن تفيا بالغرض، فعندئذ يحتاج لكل يوم خريطة، فمثلاً رصد هذه الظاهرة خلال سنة كاملة يستلزم إنتاج (٣٦٥) خريطة تمثل جميع أيام السنة لنوع واحد من الغازات الملوثة. وهذا النوع من البيانات من أنواع البيانات الزمنية (Temporal Data)، ويحتاج إلى جهد أكبر من الخرائطي للتعامل معـه؛ لأ ا من أصعب الطرق رصداً وجمعاً وتخزيناً وكذلك تمثيلاً، وذلك راجع إلى الحجم الكبير للبيانات الناتجـة من هذه العملية، وهذا ما دعى للاهتمام ذا الموضوع في هذه الدراسة ومحاولة إيجاد حلول لهذه المشكلة من جانب الاستعراض الخرائطي.

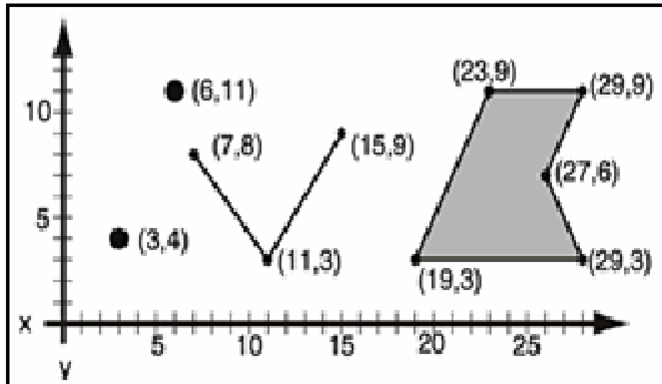
٢,٤,٢ تمثيل البيانات في نظم المعلومات الجغرافية

تنقسم البيانات في نظم المعلومات الجغرافية إلى نوعين: البيانات المكانية (Spatial Data)، وبيانات غير مكانية (وصفية) (Attributes) (Non- Spatial Data)، وتمثيل البيانات في نظم المعلومات الجغرافية يتم من خلال نموذجين هما: النموذج الخطي (Vector Model)، والنموذج الشبكي أو الخلوي (Raster Model).

٢,٤,٢,١ النموذج الخطي:

تمثل البيانات من خلال هذا النموذج بربطها بإحداثيات معينة (X,Y,Z)، بحيث تمثل الأبعاد الهندسية الحقيقية لهذه البيانات، وتخزن وتمثل البيانات في هذا النموذج على ثلاث هيئات: وهي نقطيـة (Point)، أو خطية (Line)، أو مساحية (Polygon)، شكل رقم (٥)، في نظم المعلومات الجغرافية، وكل البيانات المكانية

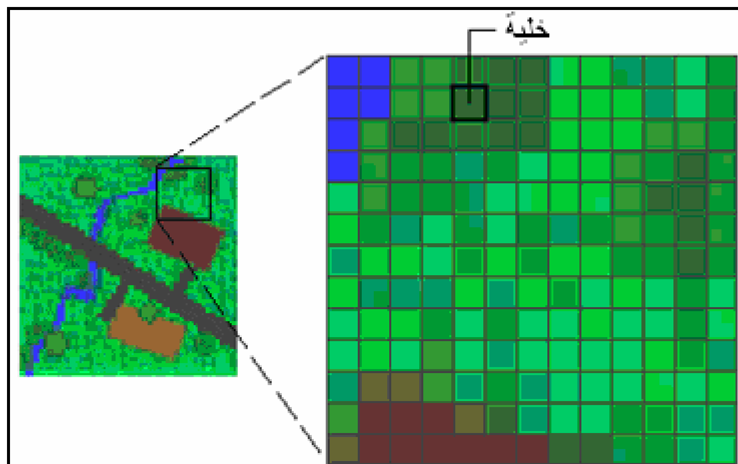
لابد أن تحمل بيانات وصفية، على سبيل المثال عند تمثيل طريق ما لابد أن يحمل هذا الطريق مواصفات معينة مثل اسمه ونوعه وهكذا وكل هذه البيانات تخزن وتدار في نظام إدارة قواعد البيانات (DBMS).



شكل رقم (٥): تمثيل الظواهر الجغرافية في النموذج الخطي (المصدر:ArcGIS Desktop Help 9.1)

٢,٤,٢,٢ النموذج الشبكي (الخلوي):

تمثل البيانات في هذا النموذج بتقسيم الفراغ إلى شبكة من الأعمدة والصفوف، بحيث تتقاطع كـل عمود مع صف في مساحة مربعة يطلق عليها اسم عنصر الصورة أو بكسل (Pixel) أو خلية وهذا الاسـم الشائع في نظم المعلومات الجغرافية. يشكل توزيع البكسلات توزيع الظواهر الطبيعية فوق سـطح الأرض، شكل رقم (٦)، بينما يتم تخزين البيانات الوصفية على صورة رقمية في البكسل نفسه يطلق علية اسم قيمـة البكسل (Pixel Value)، (محمد، ٢٠٠٨).

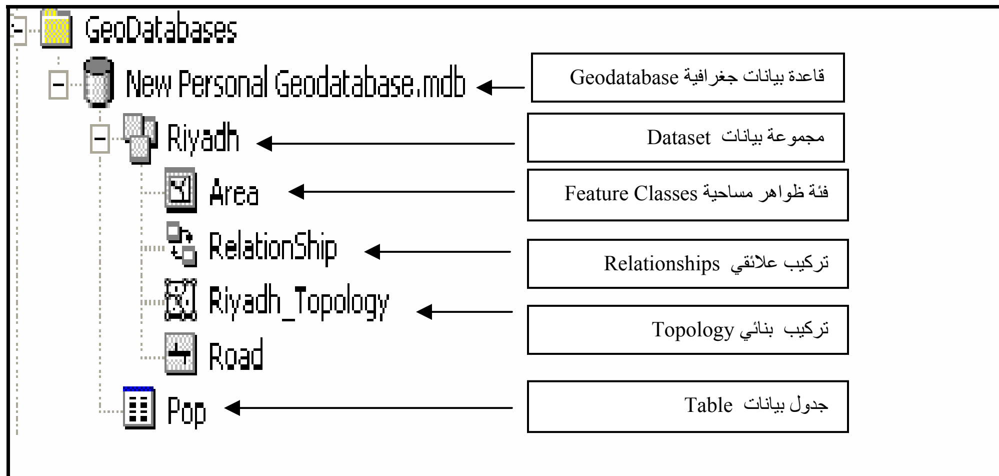


شكل رقم (٦): تمثيل البيانات في النموذج الشبكي (المصدر:ArcGIS Desktop Help 9.1)



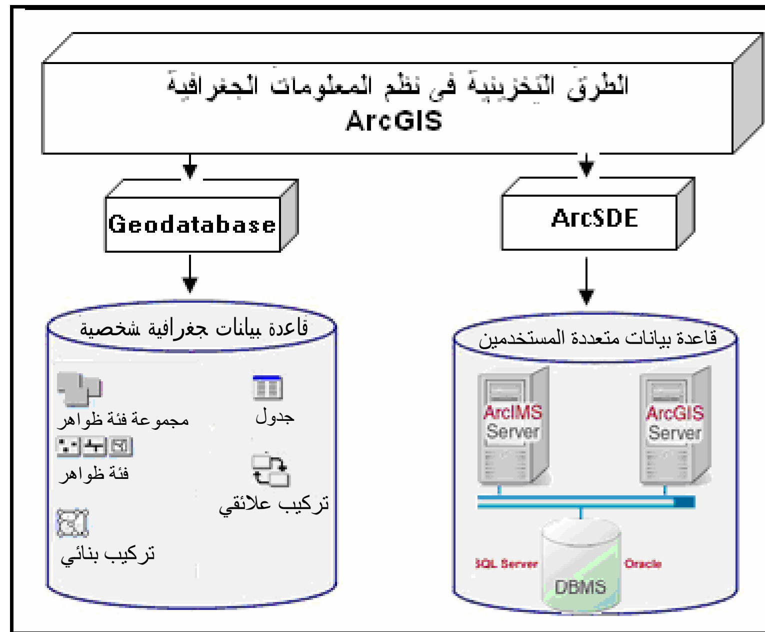
فالتمثيل الجغرافي بشقية الخطي والشبكي لابد أن يخدم العملية الاستعراضية، وهذا الأمر لا يتم إلا باستخدام الرموز الجغرافية التي تصف الظاهرة الجغرافية وصفاً حقيقياً سواء كان هذا الوصف كمياً أو نوعياً حتى يكون لدى المستخدم القدرة على رؤية واكتشاف معرفة البيانات التي تحتوي عليها الخريطة بشكل مرئي. كما تسمح للمستخدم على التحليل واكتشاف العلاقات بين الظواهر الجغرافية، فاستخدام الألوان على الخريطة في تمثيل الظواهر الجغرافية تمكن المستخدم من التميز بشكل كبير بين الظواهر، لأن القدرة الإدراكية البصرية لدى الإنسان قوية في التمييز بين الألوان، وهذا في البيانات الاعتيادية، ولكن عند تمثيل البيانات الكثيره المستمرة ينبغي أن لا يكتفي الخرائطي بالتمثيل بل نفكر في كيفية تحريك هذا التمثيل وجعل المستخدم يرى الاختلافات والعلاقات بين الظواهر الجغرافية الأخرى. إن البحث والاستقصاء في قواعد البيانات (Database)، ضرورة ملحة لاستكشاف المعرفة في قواعد البيانات، وما تحتويه من أرقام ومدلولات تعكس حقائق خفية لا يستطيع الإنسان إدراكها ومعرفتها بشكلها الحالي، وبما أن نظم المعلومات الجغرافية لديها القدرة على تمثيل هذه الحقائق بشكل مرئي (Visual Representation)، بمعنى تحويل هذه الأرقام إلى عروض مرئية يستطيع المستخدم إدراكها.

فقواعد البيانات الجغرافية (Geodatabase)، هي رؤية جديدة في تركيب البيانات في نظم المعلومـات الجغرافية في نظام آرك إنفو (ArcInfo)، بحيث أن هذا التركيب الجديد المـسمى (Geodatabase)، لديـه القدرة على تمثيل الواقع بشكل أكثر واقعية من التركيب السابق المسمى (Coverage)، من خـلال تكامـل السلوك (Behaviour)، والعلاقات (Relationships)، والقوانين (Rules)، التي تحكم الظواهر الجغرافية في المكان ، بحيث تبنى هذه القاعدة على شكل شجري متسلسل منسدل من الأعلى إلى الأسـفل، وتـضم في ثناياها الأشكال المتعددة، مثل مجموعة البيانات (Dataset)، التي هي بدورها تضم فئات الظواهر المنفـصلة (Feature Classes)، وقد تكون ظاهرة النقطية (Point)، أو الخطيـة (Line)، أو المـساحية (Polygon)، شكل رقم (٥) .



شكل رقم (٧): نموذج قاعدة البيانات الجغرافية،(Geodatabase)، (المصدر: عمل الباحث)

وتختلف السعة التخزينية لقاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase)، فإذا كانت القاعـدة محـدودة الحجم ومربوطة ببرنامج الأكسس (Microsoft Access) (لا تزيد على (٢) جيجا بايت)، وتسمى القاعدة هنا بقاعدة البيانات الجغرافية الشخصية (Personal Geodatabase). أما إذا كانت القاعدة كبيرة الحجـم، وتستخدم من عدة مستخدمين، فإ ا تخزن في نظم إدارة قواعد بيانات كبيرة مثل (Oracle or Microsoft SQL Server, DB2 , Sybase) وتسمى القاعدة عندئذ قاعدة بيانـات جغرافيـة متعـددة المـستخدمين (ArcSDE)، شكل رقم (٨). و في الآونة الأخير ظهر نوع جديد من قاعدة البيانات الجغرافية من إصـدار (٩,٢) بمسمى ملف قاعدة البيانات الجغرافية (File Geodatabase) ويتميز هذا النوع بسعة تخزينة الكـبيرة حيث يمنح كل مجموعة بيانات (Dataset) واحد تير (1TB) والتير الواحد يساوي (١٠٠٠) جيجا، ويمكن عمل العديد من مجموعة البيانات داخل هذا الملف بمعنى أن سعتها التخزينية مفتوحة.



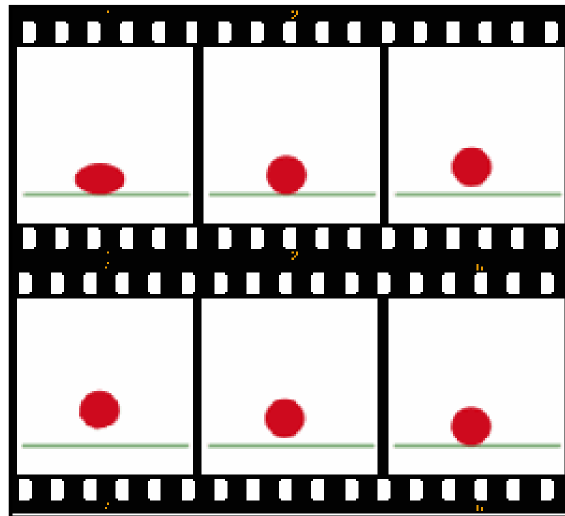
شكل رقم (٨): تخزين البيانات في حزمة نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS)، (المصدر بتصرف: Booth, B., *et al.*, 2004)

٢,٥ أساليب الاستعراض الجغرافي

إن البيانات -كما أسلفنا- لها تأثير مباشر في اختيار أسلوب الاستعراض الأمثل لتوصيل المعلومة إلى المستخدم، وهنا سوف نتعرف على أساليب الاستعراض ومميزا ا وهي على النحو التالي:

٢,٥,١ الاستعراض الحي

الاستعراض الحي (Animation) هو عرض لقطات سريعة لعدة صورة لا يستطيع المستخدم ملاحظة الانتقال بين صورة و أخرى، بل يراها كصورة واحده يتغير محتواها مع مرور الوقت، وهذا النـوع مـن الاستعراض يقوم بعرض عدة لقطات (خرائط) ربما يتجاوز عددها المئات بشكل سريع، وقد تصل سـرعة العرض إلى جزء من الثانية إلى درجة أن المستخدم لا يلاحظ هذا الانتقال الذي يحدث من لقطة إلى أخـرى ولكن يلاحظ تغير المحتوى الذي يحدث من لقطة إلى أخرى كما لو أنه يشاهد فيلماً متحركاً يعرض أمامه، شكل رقم (٩).

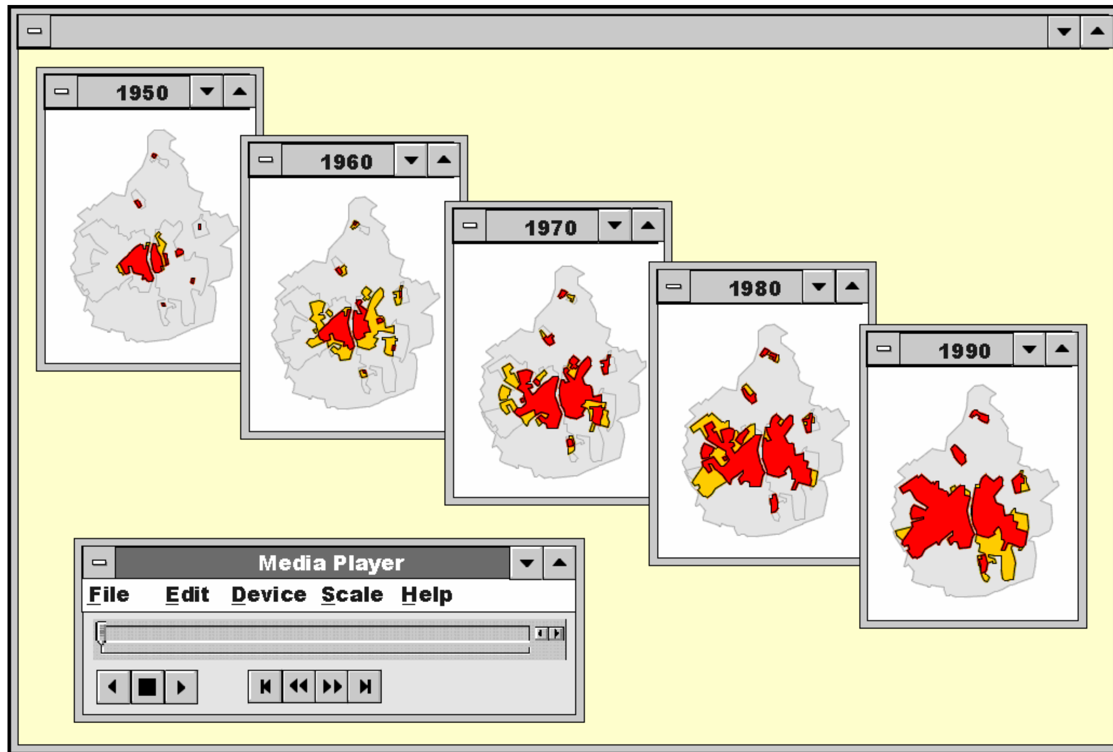


شكل رقم (٩): الاستعراض حي (Animation)، (المصدر: Peterson, 1996)

وهذا النوع من الاستعراض يعد فعالاً مع البيانات الزمنية (Temporal Data)، المرتبطة بأحـداث متراكمة ومتغيرة مع مرور الزمن. والهدف من الاستعراض الحي هو استعراض الظاهرة الجغرافية الـتي لـن تكون واضحة إذا نظر إليها على أ ا خريطة واحدة (Peterson, 1996)، فالظواهر الجغرافيـة ذات الـتغير المستمر كظواهر المناخ، مثل عرض مسار تحرك إعصار متجه نحو اليابسة، فلو تم عرض هذا الحـدث علـى ورقة لن تصل المعلومة للمتلقي كما لو تم عرضه على فيلم، بحيث يعطي الانطباع الكامل عن تحرك الظاهرة و تأثر الظواهر الجغرافية الأخرى ذا التحرك، بحيث تجعل المستخدم يعيش الموقف كما لو أنه يشاهده على الطبيعة، ولكن يعاب على هذا النوع أنه يحتاج جهداً كبيراً في إعداده وتجهيزه واستخدام بـرامج مـساندة كبرامج الوسائط المتعددة (Multimedia)، خاصة إذا كان البرنامج لا يدعم امتدادات الـصور المطلـوب استعراضها.

٢,٥,٢ الاستعراض التتابعي

الاستعراض التتابعي (Sequential Visualization) هو سلسلة من الخرائط الساكنة (Series of Static Maps) تعرض بشكل تتابعي، الخريطة الواحدة تلو الأخرى، بشكل بطيء خلال فترة زمنية محددة، حتى يقوم المستخدم بتحليل كل لقطه على حدة، ويلاحظ التغير الذي يحدث بين خريطة وأخرى (Kraak, 2000)، وهذا النوع من الاستعراض يمكن المستخدم من التنقل بين خريطة وأخرى، والتوقف أمام كل خريطة وتفحصها، ويكون مع العرض شريط زمني (Slidebar) يتماشى مع وقت العرض، شكل رقم (١٠).



شكل رقم (١٠): الاستعراض التتابعي مع شريط سليد بار (Slidebar) المصدر:(MacEachren and Kraak, 1997)

وهذه العروض مناسبة للظواهر ذات السلاسل الزمنية التي يصعب استعراضها بـالطرائق التقليديـة، حيث يصعب على الخرائطي تمثيل سلسلة زمنية على ورقة واحدة لأ ا سوف تستهلك العديد من الورق التي ربما يضيع الهدف من إنتاجها، ولكن لو تم استعرض هذه السلسلة بشكل تتابعي، فإن المـستخدم يـشاهد الأحداث تتحرك أمامه. بمعنى أن الخرائطي لا يكتفي بتمثيل الظاهرة الزمنية فقط، بل يفكر بتحريك هـذا التمثيل حتى يستطيع المستخدم إدراك تحرك الظاهرة خلال سلسلة زمنية سواء كانت طويلة أم قصيرة.

٢,٥,٣ الواقع الافتراضي

إن مجرد تمثيل أي ظاهرة جغرافية على ورقة فهو محاولة تمثيل الواقع، ولكن السؤال: هل تم تمثيله كما يجب؟ هل وصلت المعلومة إلى المستخدم بشكل صحيح. إن الواقع الافتراضي (Virtual Reality) هو محاولة جادة في أن يعيش المستخدم الواقع كما هو. وهذا النوع من الاستعراض نوع متطور، وذلك لاسـتخدامه الأجهزة التكنولوجية المتطورة حتى يتمكن المستخدم من الاطلاع على أدق التفاصيل في تغير وتحرك الظاهرة المدروسة، والواقع الافتراضي هو على درجة عالية من التفاعل والديناميكية في اكتشاف ومعرفة البيانات ممـا يسهل عملية اتخاذ القرار (Jiang,2003)، مثلاً عند محاولة تمثيل الحركة المرورية لمدينة الرياض فالأجـدى في

هذه الحالة عمل واقع افترضي، لأن المستخدم سوف يشاهد عملية محاكاة لعملية تحرك المركبات في جميـع الأوقات من اليوم أو خلال أي فترة زمنية مستهدفة، وسوف تساعد على تحديد أوقات الـذروة ونقـاط الازدحام من خلال المشاهدة. إن وهذه العملية الافتراضية جعلت المستخدم يعيش هذه الظاهرة كما هي في الواقع، و ذا تجعله يتخذ القرار الصائب بناءً على ما شاهده. ولكن رغم فائدة هذا النوع من الاستعراض في دعم اتخاذ القرار، إلا أنه يحتاج إمكانيات مادية عالية تتمثل في إعداد وتجهيز هذه المادة، وكذلك يحتاج غرفاً مجهزة بالكامل من شاشات عملاقة وأجهزة كمبيوتر، وكذلك أجهزة عرض متطورة قد لا تتوفر لكثير من المستخدمين العاديين كما في شكل رقم (١١). وهو نافع مع جميع البيانات سواء كانت مكانية أو زمنية.

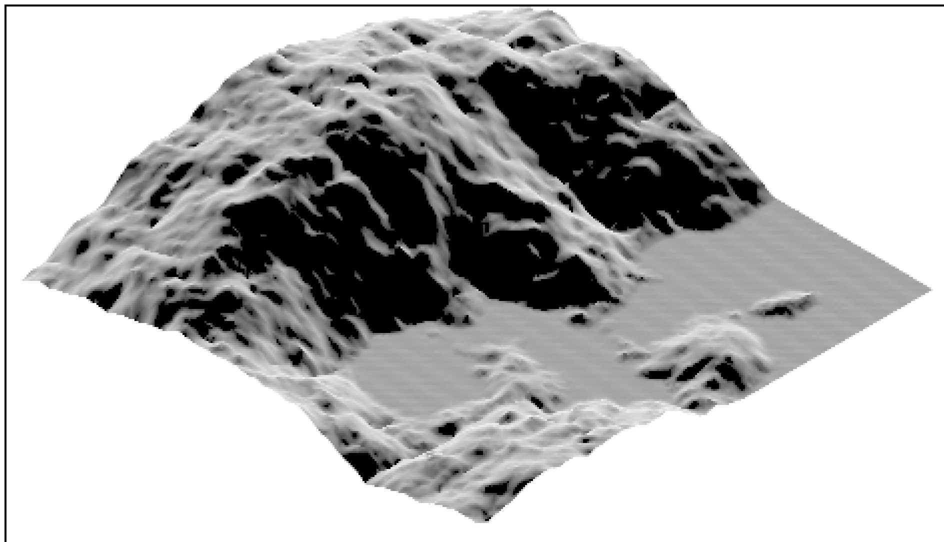


شكل رقم (١١): غرفة الاستعراض الواقع الافتراضي (المصدر: Slocum, 2008)

٢,٥,٤ الاستعراض ثلاثي البعد

الاستعراض ثلاثي البعد (Three-dimensional - 3D visualization)، يلعب دوراً حيوياً في عـرض الجسم المادي كما هو في الطبيعة، وهو وسيله فعالة في الحصول على نتائج التحليل المكاني (M. Caprioli, *et al.*, 2005) هذا النوع من الاستعراض يظهر البعد الثالث للظاهرة، وهو الجانب الخفي الذي لا يمكن رؤيتـه دون بيانات ارتفاع (Z)، وهذا النوع من الاستعراض نافع مع جميع الظواهر الجغرافية المحسوسة، مثل تمثيـل التضاريس والمباني وغيرها من الظواهر، ومن ميزات هذا النوع إمكانية عرضه على ورقة، ويتضح عليها البعد

الثالث كما في شكل رقم (١٢)، ولكن عمل مثل هذا النوع يحتاج برامج خاصة قادرة على تصميم هـذه الأشكال، وكلها معتمده على دقة البيانات المرصودة في الميدان، فكلما زاد عدد نقاط الارتفاع المرصـودة كانت النتائج قريبة من الواقع والعكس صحيح. فمثلاً يمكن تمثيل وادٍ على خريطة من خلال رسـم خـط متعرج يتماشى مع مسار الوادي، وهذا العمل سوف يعطي المستخدم الانطباع العام عـن مـسار مجـرى الوادي، ولكن لن تتضح معه المرتفعات والمنخفضات بمجري الوادي وعمقه، كما لو تم تمثيله بطريقة ثلاثي البعد، حيث ستتضح الصورة بشكل أفضل.



شكل رقم (١٢): استعرض ثلاثي البعد (المصدر: Caprioli, *et al.*, 2005)

كما استفاد مصممو الخرائط من علم الاستعراض من حيث التفاعل مع أدوات الحاسوب والـبرامج المرفقة، كبرامج الوسائط المتعددة (Multimedia)، التي تساعد على الاستعراض بأساليب متعددة كثلاثـي البعد، وطريقة الواقع الافتراضي، وطريقة العرض الحي (Animation)، وهي عملية تقوم بتقـديم البيانـات بأشكال تسمح باستيعاب العلاقات بشكل سريع، ومعرفة النتائج واكتشاف المعلومات والبيانات الغامـضة بمعطيا ا الخام.

إن هذه العروض المتحركة يظل الهدف الرئيسي منها هو تحريك الأحداث التي تطرأ علـى الظـاهرة الجغرافية، بمعنى أن هذا العروض مناسبة للبيانات الزمنية، فلو كانت البيانات مكانية فقـط لـتم الاكتفـاء بالتمثيل على ورقة مثلاً. وهذا ما جعل الاهتمام ينصب على البيانات الزمنية المتغيرة وليس البيانات الزمنيـة الثابتة كبيانات الطبقات الجيولوجية حسب زمن تكو ا، ولكن نقصد هنا البيانات الزمنية المرتبطة بظـواهر

متحركة ومتغيرة مع مرور الزمن مثل بيانات الطقس ذات التغير الدائم والمستمر، فعندما يقوم المستخدم بتتبع عنصر من عناصر المناخ لمنطقة ما، على مدى عشر سنوات، على سبيل المثال فإن هذه البيانات يصعب تمثيلها على ورقة واحدة، ولن تصل المعلومة إلى المستخدم كما يجب، فلو تم تمثيل كل فترة زمنية على صـفحة ثم حرك هذه الصفحات بشكل تتابعي أو حي لوصلت المعلومة بشكل أفضل.

الفصل الثالث

خرائط تلوث الهواء: طبيعتها وإعدادها

٣,١ مقدمة

يتطرق هذا الفصل إلى ظاهرة تلوث الهواء في مدينة الرياض، وخاصة تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت، والتعرف على مصادر تلوث الهواء داخل مدينة الرياض، وعلى المقاييس المعتمدة محلياً ودولياً للنسب المسموح ا. كما يهتم هذا الفصل بالبحث عن الأسلوب الأمثل في تمثيل ظاهرة تلوث الهواء وترميزها باستخدام الألوان، بحيث يأخذ كل مستوى تلوث لوناً معيناً، وهذا النوع من التمثيل يحتاج التعامل مع أساليب إحصائية متطورة من أجل نمذجة تلوث الهواء، وهذا لا يتأتى إلا باستخدام تقنية الاشتقاق (Interpolation)، بأنواعه المتوفرة داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية ومنها: الكريغنغ (Kriging)، ومقلوب المسافة الموزونة (Inverse Distance Weighted)، وإسبلاين (Spline)، التي تنتج سطوح تنبؤية بالاعتماد على بيانات نقاط معلومة، تمثل محطات مراقبة جودة الهواء، وتم الاعتماد على النوع الأخير وهو طريقة إسبلاين حتى يعطينا الانطباع العام عن انتشار تلوث الهواء دون الدخول في تعقيدات ومتطلبات النوعين الآخرين، وهذا النوع من النمذجة يوضح بشكل عام توزيع وتركز الملوثات داخل المدينة.

٣,٢ تلوث الهواء

من المهم أن نتطرق إلى ظاهرة تلوث الهواء ونحن بصدد إعداد خرائط تخص هذه الظاهرة التي تعد من الظواهر المؤرقة للعالم بأسره، فهذه الظاهرة -كما هو معلوم- لا تعترف بحدود ولا إقليم معـين، فهـي لا تلتصق بالمكان الذي تصدر منه بل تنتشر وتتمدد وتتركز حسب طبيعة الملوث، وحسب ما تمليـه عليهـا الظروف الجغرافية المحيطة ا، و هنا تكمن خطورة هذه الظاهرة.

هناك عدة تعاريف لتلوث الهواء، فقد رأى الـلس الأوربي بأنه "... يتلوث الهواء عندما تتواجد فيـه مادة غريبة، أو يحدث تغير هام في نسب المواد المكونة له ويترتب علية حدوث نتـائج ضـارة" (الموسـى ١٩٩٦م ص، ٢٠)، وعلى هذا لابد لنا أن نتعرف على النسب الطبيعية المكونة للغلاف الجـوي، لأن أي وجود غاز غريب في الجو سوف يكون على حساب الغازات المكونة له، جدول رقم (١).

	المكونات الغازية	الرمز	نسبة الغاز
١	النيتروجين	N_2	٧٨,٠٨
٢	الأوكسجين	O_2	٢٠,٩٤
٣	الأرغون	Ar	٠,٩٣
٤	ثاني أكسيد الكربون	CO_2	٠,٠٣
٥	نيون	Ne	٠,٠٠١٨
٦	هيليوم	He	٠,٠٠٠٥
٧	أوزون	O_3	٠,٠٠٠٠٢
٨	هيدروجين	H_2	٠,٠٠٠٠٥
٩	كريبتون	Kr	غاز نادر
١٠	كسينون	Xe	غاز نادر
١١	ميتان	Me	غاز نادر

جدول رقم (١): غازات الغلاف الجوي الطبيعية (المصدر: الموسى ١٩٩٦م)

٣,٢,١ تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

يطلق على الغازات المنطلقة إلى الجو بسبب نواتج الاحتراق باسم ملوثات الجو، ولها تأثير واضح على صحة الإنسان، ويختلف تأثيرها باختلاف نوع الملوث ونسبته في الجو، والحديث عن ملوثات الجو يطـول ويتشعب لأن أنواعها كثيرة وأسبا ا معقدة، ولكننا سوف نقصر حديثنا على غاز واحد يهمنـا في هـذه الدراسة وهو غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2).

يعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت غازاً ساماً وخطيراً على صحة الإنسان، وقد يؤدي إلى الوفـاة إذا وصل إلى نسب عالية كما حدث في لندن عام (١٩٥٢م) عندما شهد أهل المدينة سحابة سوداء حجبـت ضوء الشمس لمدة أربع أيام راح ضحيتها حوالي أربعة آلاف نسمة (الموسى ١٩٩٦م)، وهذا غاز غـير قابل للاشتعال وعديم اللون ذو رائحة كريهة (غير محتملة) وينتج من سائر عمليات احتراق الوقود الغـني بمادة الكبريت. وعليه فإنه له تأثيرات مباشرة على صحة الإنسان حيث يؤثر على الجهـاز التنفـسي مثـل التهاب القصبة الهوائية ، والربو، والانتفاخ الرئوي، والضيق في التنفس. وإذا وصلت تراكيز هذا الغـاز إلى نسب مرتفعة تؤدي إلى الاختناق والموت.

٣,٢,٢ طريقة قراءة النسب الحدية لغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

من المعروف إن لكل غاز نسباً حدية تكون مقبولة لدى صحة الإنسان، وكذلك هناك مدة زمنيـة يجب ألا تطول عنها. ولكن قبل أن نذكر النسب المسموح ا لغاز ثاني أكسيد الكبريت يجب أن نتعـرف على كيفية قراءة هذه النسب.

هناك طرائق لقراءة هذه النسب وهي على النحو التالي:

أ) أجزاء من المليون ويرمز لها بـ Parts-Per-Million (ppm) التي تحدد نسبة الحجم الجزئي للغاز الملوث إلى الحجم الجزئي للهواء.

ب) أجزاء من البليون ويرمز لها بـ Parts-Per-Billion (ppb) التي تحدد نسبة الحجم الجزئي للغاز الملوث إلى الحجم الجزئي للهواء.

ج) أجزاء من المليون من الغرام (ميكرو غرام) في المتر المكعب (Mg\m3 ، مغ/م٣) معبراً عن حمولة الهواء من الجزيئات الملوثة.

إن موضوع تحديد المعايير الحدية للملوثات ليس أمراً سهلاً، إذ إن كثيراً من الملوثات التي تنجم عنها ذات تأثيرات ضارة بصحة الإنسان، كما يصعب تحديد المستوى الذي يكون تركيزها عنده ضاراً بالصحة العامة للإنسان، وهنا يصعب تحديد الكشف عن التأثيرات الآنية، لكون آثار تلك الملوثات يمكن أن تتراكم في جسم الإنسان، بحيث تصبح نتائج التأثيرات طويلة المدى، رغم التعرض الظـاهري المـنخفض الكميـة للملوث، (الموسى، ١٩٩٦م).

٣,٢,٣ الحدود الحدية المسموح با لغاز ثاني أكسيد الكبريت

وضعت الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة اللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة في المملكة العربيـة السعودية (١٤٢٢هـ)، وأوضحت فيه المقاييس العامة لجودة الهواء والحدود الحدية المسموح ـا لجميـع أنواع الغازات، بما فيها غاز ثاني أكسيد الكبريت وهذا مايهمنا في دراستنا، وقد جاء في هذه اللائحة مـا يلي:

أ) يجب ألا يتعدى متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت، في الساعة الواحدة خلال أي فترة طولها ثلاثون يوماً ٧٣٠ ميكروجرام/م٣ (٠,٢٨ جزء في المليون) أكثر من مرتين في أي موقع.

ب) يجب ألا يتعدى متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت في الأربع وعشرين ساعة خلال أي فترة طولهـا ١٢ شهراً ٣٦٥ ميكروجرام/م٣ (٠,١٤ جزء في المليون) أكثر من مرة واحدة في أي موقع.

ج) يجب ألا يتعدى متوسط تركيز ثاني أكسيد الكبريت في العام خلال أيـة فتـرة طولهـا ١٢شـهراً ٨٥ ميكروجرام/م٣ (٠,٣ جزء في المليون) في أي موقع.

وهناك مقياس نوعية الهواء (Air Quality Index -AQI)، الصادر من وكالة الحماية البيئية الأمريكية (United States Environmental Protection Agency-EPA)، (مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ٢٠٠٥م)، المقسم إلى ستة مستويات صحية، وهي (جيد – معتدل – غير صحي للمجموعات الحساسة – غير صحي – غير صحي جداً – خطير)، جدول رقم (٢)، وسوف يتم الاعتماد على المقياس العـالمي؛ لأنه يتكون من ستة مستويات، وكل مستوى له لونه الخاص، و ذا الآلية يمكن تمثيل هذا المقيـاس علـى الخريطة تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت بمدينة الرياض.

Index	Range (ppb)	المقياس
Good	0-34	جيـــد
Moderate	35-144	معـــتدل
Unhealthy for sensitive groups	145-224	غير صحي للمجموعات الحساسة
Unhealthy	225-304	غير صحي
Very Unhealthy	305-604	غير صحي جداً
Hazardous	605-1004	خطـــيـــر

جدول رقم (٢): مقياس نوعية الهواء اليومي الخاص بغاز ثاني أكسيد الكبريت (المصدر بتصرف: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم ٢٠٠٥)

٣,٣ مصادر التلوث في مدينة الرياض

مدينة الرياض مثلها مثل المدن المليونية العالمية، حيث شهدت المدينة تطوراً سريعاً في الآونة الأخيرة ونمواً سكانياً وعمرانياً، ورافقه زيادة في انبعاثات الملوثات في الجو من عدة مصادر، وقد حددت الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض عدة مصادر رئيسة في تقريرها عن نوعية الهواء في مدينة الرياض، وتقويم بدائل تقليل الانبعاثاث من وسائل النقل (١٤١٨هـ)، وهي على النحو التالي:

أ) مصفاة البترول:

تقع مصفاة البترول جنوب مدينة الرياض وتقوم المصفاة بتكرير حوالي ١٥٠،٠٠٠ برميل يومياً. وينتج من عملية التكرير العديد من الملوثات أهمها: أكسيد الكبريت، والكربونات الهيدروجينية، وأول أكسيد الكربون، و أكسيد النيتروجين، والعوالق الصلبة.

ب) مصنع الاسمنت:

تنتج شركة إسمنت اليمامة التي تقع على طريق الخرج (جنوب الرياض) من ستة أفران باستخدام الزيت الخام عدة ملوثات من ضمنها غاز ثاني أكسيد الكبريت.

ج) محطات توليد الطاقة الكهربائية:

تعتبر محطات توليد الطاقة الكهربائية أكبر مصدر ثابت على الإطلاق غير المصادر المتحركة مثل السيارات، وذلك لاستخدام الوقود الخام والديزل في توليد الطاقة، حيث يوجد خمس محطات لتوليد الكهرباء منتشرة داخل مدينة الرياض.

د) وسائل النقل:

تعتبر وسائل النقل من أهم مصادر تلوث الهواء في مدينة الرياض، وذلك نتيجة للاحتراق التام وغير التام لوقود السيارات، ووصل عدد الرحلات اليومية في مدينة الرياض إلى (٤،٥) مليون رحلة/ يومية.

هذه أهم مصادر تلوث لهواء التي تسهم بشكل مباشر وقوي في تلوث الهواء في مدينة الرياض، غير أن هناك بعض المصادر الأخرى الثانوية مثل بعض المنشآت الصناعية الصغيرة، كمصانع الرخام، وورش الحدادة، ومعامل الجبس، وغيرها، بالإضافة إلى ما تحمله العواصف الترابية المتكررة من وقت لآخر.

٣,٤ خصائص خريطة تلوث الهواء

يستخدم الإنسان التمثيل الكارتوجرافي لكي يرسم الخرائط التي يستطيع من خلالها أن يرى العلاقات المكانية في هذا العالم الفسيح والمعقد التركيب (سطيحة، ١٩٧٧م). والخريطة هـي رمـوز يـستخدمها الخرائطي لتمثيل الواقع وتوصيله إلى المستخدم على ورقة صغيرة أو عبر شاشة الأجهزة الثابتة أو المتنقلـة في عصرنا الحالي، وهذا التمثيل يحتاج دراية ومعرفة في استخدام هذه الرموز، فلكل ظاهرة جغرافية مايناسـبها من الرموز ولا يناسب غيرها. فالرموز الموضعية تستخدم لتمثيل الظاهرة الجغرافية كمياً أو نوعياً، وتتخـذ الأشكال الهندسية رمزاً لها، كالنقطة والمربعات والدوائر والمثلثات، فحجم الرمز يمثل قيمة الظاهرة جغرافياً، فالدائرة الكبيرة تمثل قيمة أكبر من الدائرة الصغيرة، وكذلك زيادة كثافة النقاط في موضع معين يدل علـى تزاحم الظاهرة، ولون الرمز وشكله يمثل نوع الظاهرة، والرموز الخطية تستخدم في التمثيل الكمي والنوعي للظواهر الجغرافية، فالتمثيل النوعي يكون على رسم الطرق أو الأ ار أو الحدود السياسية أو رسم خط سير سكة القطار ويمكن تمثيله كميا كرسم خطوط التساوي (الكنتور) بحيث يأخذ كل خط قيمة معينـة، أو خطوط الحركة مثلاً تمثيل حركة المسافرين، والرموز المساحية تستخدم الألوان أو التظليل في تغطية مساحة معينة من الخريطة، ويستخدم عادةً في تمثيل امتداد ظاهرة معينة، ويمكن استخدام هـذا الرمـز في التمثيـل الكمي، وهو إعطاء كل لون معين قيمة معينة، ومكن كذلك تمثيله نوعياً كتوضيح مدى انتشار تلوث الهواء بغاز معين.

تقوم نمذجة تلوث الهواء على استخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة في إنشاء سطوح تنبؤيـة مـن خلال القيم المعطاة من محطات مراقبة جودة الهواء، وهذه المحطات قليلة في عددها، وذلك راجع إلى المبـالغ الباهظة التي يصعب على كثير من الدول توفيرها لإنشاء محطات مراقبة جودة الهواء تغطي كامل المدينـة أو المنطقة. ومن المعروف أنه كلما زاد عدد المحطات زادت صحة النتائج، والعكس صحيح. ولكن مع وجـود هذه الأساليب الإحصائية المتقدمة القادرة على بناء سطوح تنبؤية توضح انتشار الملوثات في الجـو، و ـذا ساعدت الباحثين على الاستفادة منها لإنتاج خرائط توضح توزيع الملوثات في الجو التي من شـأ ا دعـم عمليات صنع القرار من خلال تمثيل ظاهرة تلوث الهواء باستخدام الألوان بحيث يمثل كل لون قيمة معينـة يستطيع المستخدم على التعرف من خلالها على سلوك الظاهرة من وقت لآخر. ومعظم الدراسـات الـتي قامت بعمل نمذجة تلوث الهواء من خلال مجموعة من العينات الموجودة في منطقة الدراسـة اسـتخدمت تقنيات الاشتقاق (Interpolation techniques)،(Matejicek , 2001) المتوفرة في برنامج نظم المعلومـات

الجغرافية، و ـذا تساعد هذه الخرائط مستخدم الخريطة على الكشف عن البيانات المخزنة بقواعد البيانـات بشكل مرئي.

٣,٥ أهمية نمذجة تلوث الهواء

نمذجة تلوث الهواء تقنية تستخدم لتقدير ملوثات الهواء وأنماط تشتتها في الجو بناءً علـى معطيـات خصائص مصدر التلوث وحالة الطقس، وأصبح هناك تزايد في استعمال النماذج الرياضية في التنبؤ بتشتت ملوثات الهواء استجابة للقوانين والنظم البيئية الصارمة، مما أدى إلى إيجاد معايير جودة الهواء، ولهـذا نجـد مستويات مختلفة من النماذج، تختلف باختلاف الأساسيات النظرية ومستوى الافتراضات التي تبنى عليهـا النماذج إلا أنه للأغراض التخطيطية فإنه يفضل أن تكون النماذج سهلة الاستعمال قدر الإمكان (آل عمير ١٤٢٧).

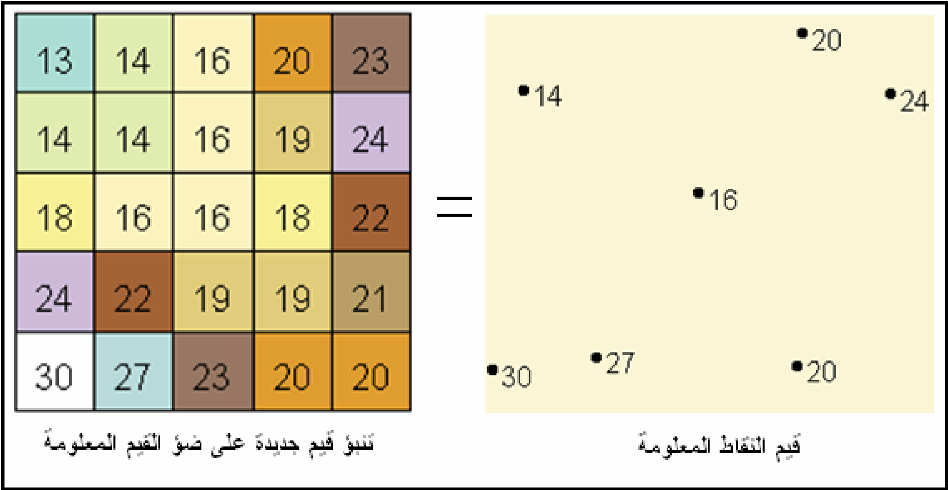
يتوقف مدى نجاح بناء أي نموذج رياضي على المحاكاة المثلى لظروف انتشار التلوث، وتوفر البيانات الدقيقة عن جميع العوامل المؤثرة في انتشاره، ويمكن تصنيف نماذج انتشار تلوث الهواء الى نوعين:

النوع الأول: النماذج الفيزيائية، وهي العمليات الهوائية الجوية التي تؤثر على العناصر الملوثة عبر اسـتخدام وسائل تمثيل بياني قصير المدى لمشاكل تلوث الهواء الحقيقية، وتوظيف هذه النمـاذج في بعـض الأحيـان لدراسة انتشار العناصر الملوثة في أوضاع تدفق الهواء المعقدة، وتعتبر النمذجة الفيزيائية عملية معقدة تتطلب مستوى عال من الخبرة الفنية، بالإضافة إلى ضرورة الحصول على المعلومات اللازمة عن مصادر التلـوث، مثل معدل انبعاث العنصر الملوث، وارتفاع المدخنة، والقطر الداخلي للفوهة، وسرعة انبعاث الغازات مـن المدخنة، و درجة الحرارة، وطبوغرافية الموقع، وسرعة واتجاه الرياح، واستقرار الغلاف الجـوي (آل عمـير ١٤٢٧).

النوع الثاني: النماذج الرياضية، وهي التي تبنى على أسس معادلات رياضية وقائمة على نماذج من التنبـؤات المكانية، وتعتبر هذه النماذج أكثر استعمالاً من غيرها لدقة نتائجها وسهولة تطبيقها بواسطة الحاسب الآلي (آل عمير ١٤٢٧)، ومن هذه النماذج ماهو متوفر في نظم المعلومات الجغرافية من خلال برنامج (Spatial Analyst) الذي يضم العديد من الطرائق مثل الكريغنغ (Kriging)، ومعكوس المـسافة الموزونـة (IDW - Inverse Distance Weighted)، وإسبلاين (Spline)، وتستند هذه الطرائق على النقاط المعلومة التي تمثل القياسات المعلومة ومنها يتم التنبؤ بالنقاط المجهولة باستخدام نماذج رياضية معدة سلفاً داخل البرنامج وهـو مايسمى بعملية الاشتقاق (Interpolation).

٣,٥,١ عملية الاشتقاق

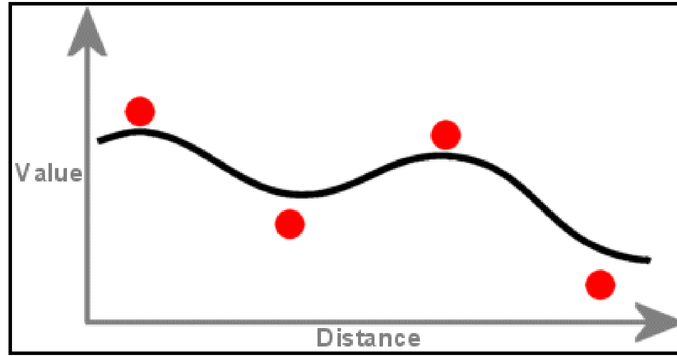
عند دراسة كمية الأمطار الساقطة على منطقة جغرافية ما أو قياس تركيز الملوثات لجو منطقة مـا، على سبيل المثال فإنه فيستحيل إجراء قياسات لجميع المنطقة المدروسة؛ لأن هذا العمل مكلف، فالأسـلوب العلمي في هذه الحالة يقوم على أخذ عينات متفرقة لهذه المنطقة ثم التنبؤ بالنقاط المجهولة (المنـاطق الـتي لم يأخذ منها عينات)، من خلال العمليات الرياضية وهذه العملية تـسمى بالاشـتقاق المكـاني (Spatial Interpolation)، شكل رقم (١٣).



شكل رقم (١٣): عملية الاشتقاق داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية (المصدر:Krivoruchko , K.,1999)

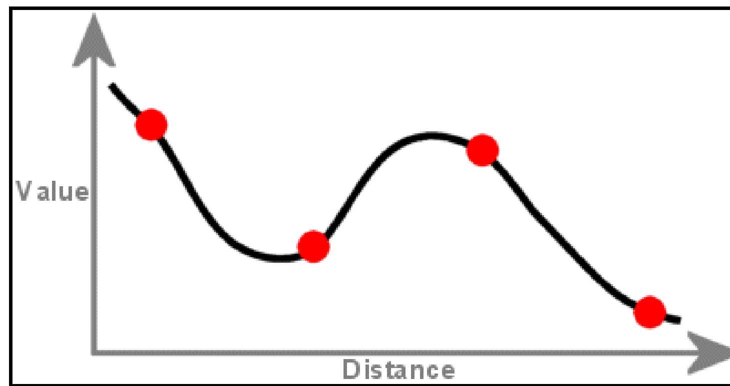
وهناك عدة طرائق للاشتقاق المكاني وأشهر ما استخدم في نتاج خرائط تلوث الهواء ثلاث أسـاليب ويمكن عرضها باختصار على النحو التالي:

أ) معكوس المسافة الموزونة (IDW): وهذا الطريقة له ارتباط وثيق بالمسافة، حيث إن القيم تتنـاقص مـع المسافة، بمعنى أن القيم المتنبأة لن تتجاوز قيم العينات المعلومة، فالتنبؤ سوف يكون محـصورا بـين القـيم المعلومة، شكل رقم (١٤).



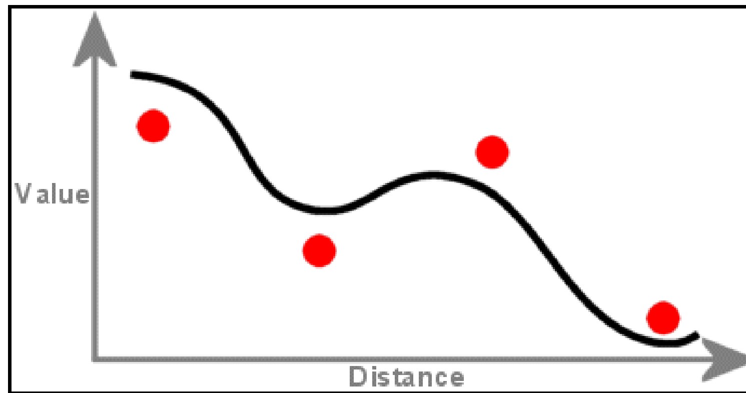
شكل رقم (١٤): الاشتقاق بطريقة مقلوب المسافة الموزونة (المصدر: Childs, 2004)

ب) إسبلاين (Spline): هذا الطريقة يحافظ على قيم العينات، بحيث يرسم سطح تنبؤي مرن يمر على كـل قيم العينات، فهو قادر على أن يتنبأ بقيم أقل وأكثر من قيم العينات، مع الاحتفاظ بالقيم الأصلية، شـكل رقم (١٥).



شكل (١٥): الاشتقاق بطريقة اسبلاين (المصدر: Childs, 2004)

ج) الكريغنغ (Kriging): أكثر الطرائق تعقيداً وأقواها ويطبق طرق إحصائية متطـورة، ويحتـاج درايـة ومعرفة بالإحصاء المكاني (Geostatistics)؛ لأن البيانات لابد أن تخضع لفحص إحصائي قبل تطبيقها، فهو يعتمد على المسافة والارتباط الذاتي المكاني بين القيم، ومن الممكن أن يتجاوز التنبؤ القيم المعلومة أو يقـل عنها لكن لا يمر ا، كما هو في طريقة إسبلاين، شكل رقم (١٦).



شكل رقم (١٦): الاشتقاق بطريقة الكريغنغ (المصدر: Childs, 2004)

تتميز نظم المعلومات الجغرافية بالتعامل مع جميع هذه الطرائق وغيرها من خلال برنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst) الموجود داخل حزمة (ArcGIS)، باستخدام خوارزميات معدة سلفاً تقـوم بتحويـل البيانات الموجودة داخل قاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase) إلى أشكال مرئية يستطيع المستخدم رؤية هذه البيانات على شكل خرائط مرئية. وعلية يمكن استخدام هذه الطرائق لبناء سطوح تنبؤية التي تمكن من رؤية انتشار ظاهرة التلوث الهواء مكانياً لتحديد قيم مناطق انتشار التلوث، وإعطاء كل منطقة درجة لـون معين تعكس قيمة مستوى التلوث فيها. وسوف يتم الاعتماد على طريقة إسبلاين (Spline)، الموجود ضمن خيارات برنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst)،- سيأتي تصميم هذه الخرائط بالتفصيل في الفصل الرابع - وهذا الطريقة تتنبأ بسطوح تنبؤية تعطينا الانطباع العام في انتشار وتركز الملوثات مع الحفاظ على قـيم العينات المدخلة في تصميم خرائط التلوث، رغم أن طريقة الكريغنغ (Kriging)، يعد الأفضل، لكن حجم العينة (عدد محطات مراقبة جودة الهواء) لا يسمح باستخدام هذه الطريقة المتطور. هذا من ناحية، إضافة إلى أن البحث يهتم بتصميم واجهة برمجية يمكن استخدامها كمنهجية لعرض بيانات تلوث الهواء وليس البحث في موضوع تلوث الهواء تحديداً.

الفصل الرابع

تصميم مشروع برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء بطريقة ديناميكية

٤,١ مقدمة

يتناول هذا الفصل طريقة تصميم خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض لعام (٢٠٠٣هـ)، وعددها (٣٦٥) خريطة، تمثل المتوسط اليومي لعدد أيام السنة، وهذه العملية سوف تمر بعدة مراحل من معالجة البيانات وبناء قاعدة بيانات غاز ثاني أكسيد الكبريت، ثم إدخالها إلى برنامج المحلل المكاني، وبعد ذلك القيام بعملية الاشتقاق لبناء سطوح تنبؤية لهذه الظاهرة ثم معالجة هذا التنبؤ بحيث تتوافق عدد الفئات مع المقياس العالمي لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت، وعددها ست فئات مابين الجيد، والمعتدل، وغير صحي للمجموعات الحساسة ، وغير صحي ، وغير الصحي جداً، و الخطير، جدول رقم (٢)، ثم بعد ذلك يتم في هذه المرحلة تصميم البرنامج القادر على استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي من خلال لغة برمجة الفيجوال بيسك، وسوف يتم التعرف على هذه البيئة البرمجية عن قرب في إطارها النظري والعملي.

٤,٢ تصميم قاعدة البيانات جغرافية لخرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت

من الأشياء المهمة عند التعامل مع برنامج نظم المعلومات الجغرافية هو بناء قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase) صحيحة متكاملة من ناحية التصميم وإدخال البيانات واختيار نوع الملف الذي سوف تخزن فيه بيانات؛ لأن جميع العمليات تعتمد عليها، وحتى تكون المخرجات سليمة وقابلة للتطبيق. وهناك عدة مراحل مر ا تصميم قاعدة البيانات الجغرافية وهي على النحو التالي:

٤,٢,١ مرحلة جمع البيانات

تم جمع بيانات تلوث الهواء لغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض لعام (٢٠٠٣ م) -كمثال تطبيقي- من سبع محطات مراقبة جودة الهواء المنتشرة داخل مدينة الرياض، خمساً منها تابعة لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم و التقنية، وواحدة لمصلحة الأرصاد الجوية، والأخرى تابعة لشركة أرامكو السعودية، الشكل رقم (٢). وتم أخذ البيانات من كل محطة من مرجعها، شكل رقم (١٧)، مخزنة في جدول إكسل (Excel)، حيث تم جمع الملفات بملف واحد، وبعد ذلك تم تعديل رصد البيانات من شكل رأسي إلى شكل أفقي حتى يستطيع برنامج نظم المعلومات الجغرافية قراءة بيانات كل سنة على حدة مع إضافة إحداثيات كل محطة بعد تحويلها إلى النظام العشري من أجل إدخالها إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية، جدول رقم (٣).

الرقم	أسم المحطة	المحور السيني X	المحور الصادي Y
١	محطة مدينة الملك عبدلعزيز	٢٤° ٤٢ '٤٦"	٤٦° ٣٨' ٤٨ "
٢	محطة العزيزية	٢٤° ٣١' ٣٧ "	٤٦°٤٧ ' ٣٥ "
٣	محطة الشفاء	٢٤° ٥٤' ٥٠"	٤٦° ٤٠' ٥٥ "
٤	محطة الربوة	٢٤° ٤١' ٣٦ "	٤٦° ٤٦' ٥١ "
٥	محطة مستشفى الحرس الوطني	٢٤° ٤٥' ٠٨ "	٤٦° ١١' ٥١ "
٦	محطة الأرصاد الجوية	٢٤° ٤٣' ٤٣ "	٤٦° ٤١' ٥٥ "
٧	محطة شركة أرامكو	٢٤° ٣٢' ٠٩ "	٤٦°٥١ ' ٣٧ "

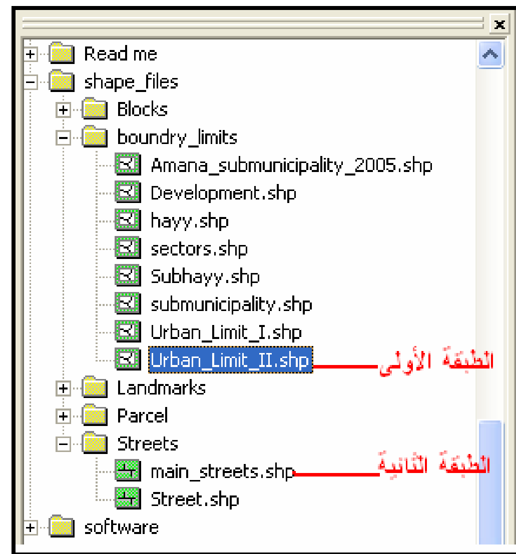
جدول رقم (٣): إحداثيات محطات مراقبة جودة الهواء في مدينة الرياض



شكل رقم (١٧): محطة مراقبة جودة الهواء (المصدر: تقرير مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية عن جودة الهواء بمدينة الرياض، ٢٠٠٤)

كما تم الحصول على قاعدة البيانات الجغرافية لمدينة الرياض من الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، وأخـذ طبقتين منها على هيئة ملف شيب فايل (Shape file)، وهما طبقة الشوارع الرئيسة لمدينة الرياض، وطبقـة حدود المدينة الحضرية، شكل رقم (١٨). وهما ما يهم في هذه الدراسة، فطبقة الشوارع الرئيسة تساعد في

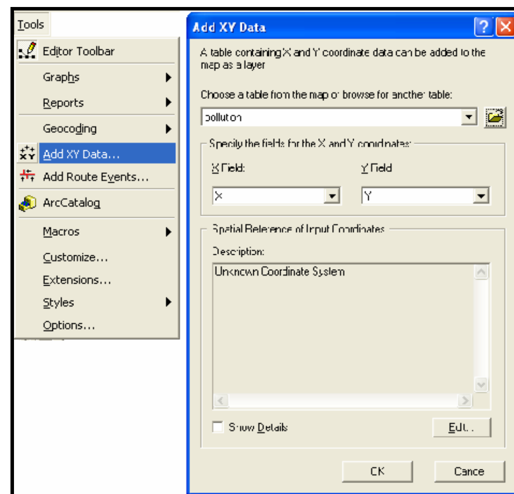
تحديد مناطق تركز التلوث بالنسبة لمساحة المدينة، والطبقة الأخرى تعطي الحدود المساحية الحضرية لمدينة الرياض.



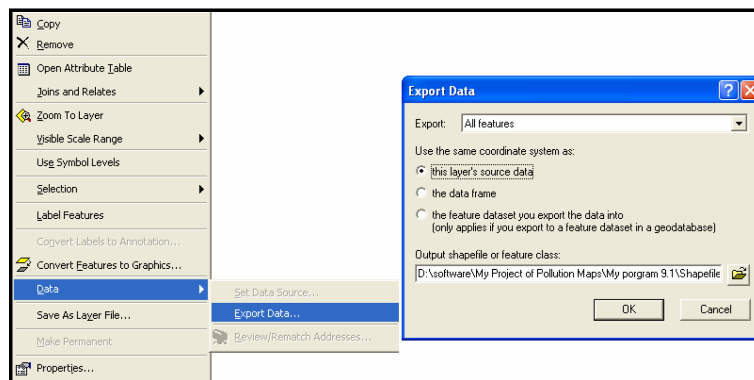
شكل رقم (١٨): قاعدة البيانات الجغرافية لمدينة الرياض (المصدر: عمل الباحث)

٤,٢,٢ مرحلة بناء قاعدة البيانات الجغرافية

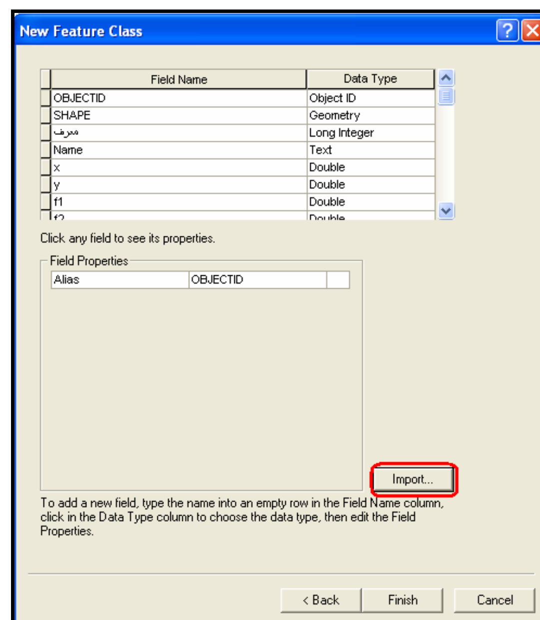
تم الاعتماد على ملفات الشيب فايل لبناء قاعدة بيانات جغرافية لتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض الذي تم جمعها في المرحلة السابقة، وتكون ثلاث ملفات شيب فايل تمثل ملف حدود مدينة الرياض الحضرية، والشوارع الرئيسية - من قاعدة البيانات الجغرافية للهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض (٢٠٠٥م) - وملف محطات مراقبة جودة الهواء – تصميم الباحث - وهذا الملف تم تصميمه بواسطة برنامج نظم المعلومات الجغرافية من خلال خاصية (Data Add X Y)، شكل رقم (١٩)، ثم تم تحويل هذه البيانات إلى ملف شيب فايل، شكل رقم (٢٠). وبعد ذلك تم تغذية الملف ببيانات تلوث الهواء بواسطة برنامج آرك كتلوج (ArcCatalog)، من خلال خاصية (Import)، شكل رقم (٢١)، وجميع هذه الملفات أخذت مرجع جغرافي ومسقط موحدان وهما: المرجع الجغرافي عين العبد (Ain_el_Abd_UTM_Zone_38N)، ومسقط مركيتور المستعرض (Transverse_Mercator)، وسبب اختار الباحث حفظ بياناته بملف شيب فايل، لان هذا النوع من الملفات يعمل مع جميع إصدارات برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وبذلك يضمن الباحث أن الواجهة البرمجية سوف تتعامل مع جميع إصدارات البرنامج.



شكل رقم (١٩): استيراد البيانات من جدول أكسل إلى برنامج الآرك ماب (ArcMap)، (المصدر: عمل الباحث)



شكل رقم (٢٠): تصدير البيانات إلى ملف شيب فايل (Shape File)، (المصدر: عمل الباحث)



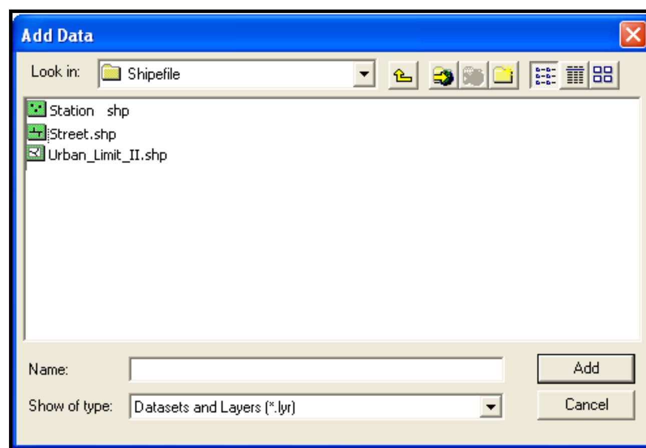
شكل رقم (٢١): استيراد البيانات إلى قاعدة البيانات الجغرافية (المصدر: عمل الباحث)

٤,٣ إنتاج خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض لعام (٢٠٠٣هـ)

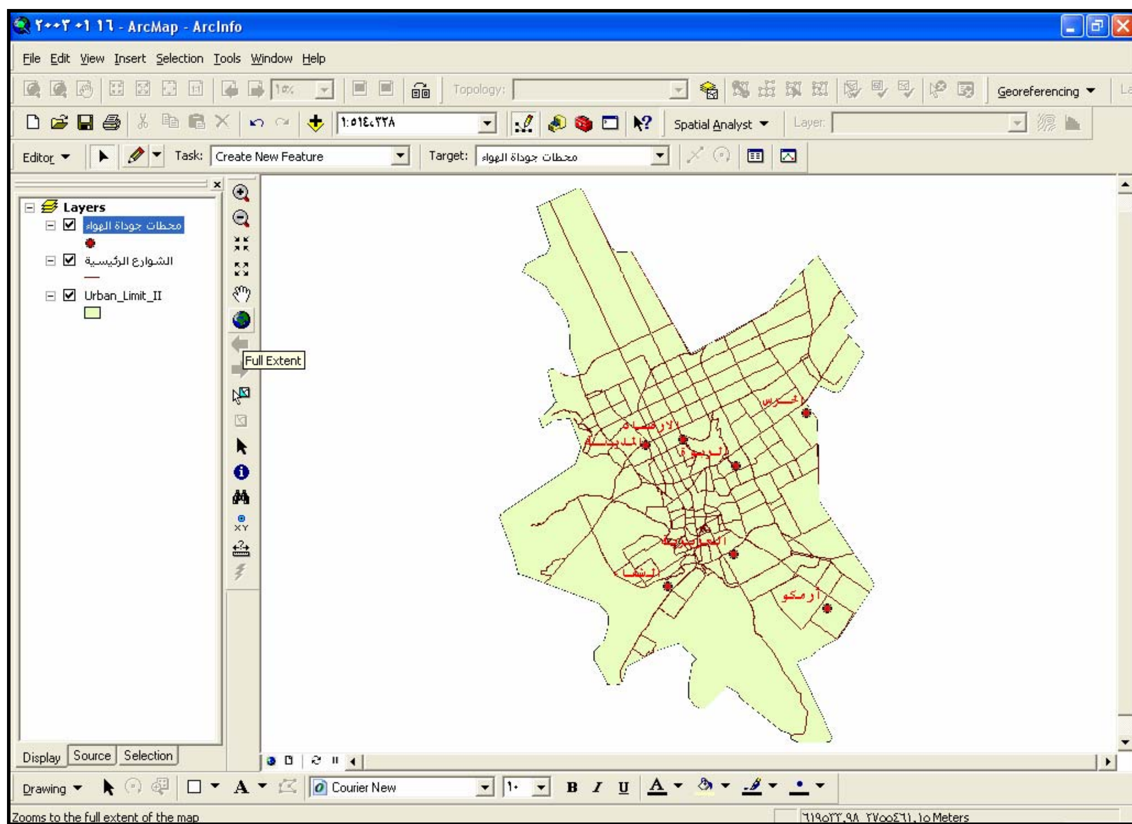
بعد تصميم قاعدة البيانات الجغرافية لخرائط التلوث، وتحديد طريقة الاشتقاق، وهو طريقة إسبلاين، الآن تتم عملية إنتاج خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت بواسطة برنامج الآرك ماب (ArcMap)، من خلال البرامج الملحقة فيه (Extensions)، التي من ضمنها برنامج المحلل المكاني (Spatial Analyst)، إلا أن الصعوبة تكمن في عدد خرائط التلوث، حيث يصل عددها إلى (٣٦٥) خريطة، تمثل عدد أيام سنة (٢٠٠٣م) كاملة، فالباحث أخذ فترة ليست بالقصيرة في إعداد هذه الخرائط؛ لأن كل خريطة تحتاج معالجة لوحدها من ناحية تغير الاسم؛ لأن اسم كل خريطة يكتب بتاريخ حدوثها، وكذلك تعديل فئات التلوث، لأن البرنامج يعطي فئات افتراضية تصل إلى تسع فئات، فيتم تغيير هذه الفئات إلى ست فئات تتماشى مع مستويات التلوث، جدول رقم (٢). وكانت خطوات إنتاج خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في ثلاث مراحل، وهي على النحو التالي:

٤,٣,١ مرحلة إضافة الطبقات

أول خطوة عند فتح برنامج آرك ماب لابد من إضافة طبقات (Layers)، التي تمثل في الأصل قاعدة بيانات تلوث الهواء لمدينة الرياض، وتتم هذه العملية من خلال أيقونة (Add Data) شكل رقم (٢٢)، وسوف تظهر على سطح البرنامج، شكل رقم (٢٣).



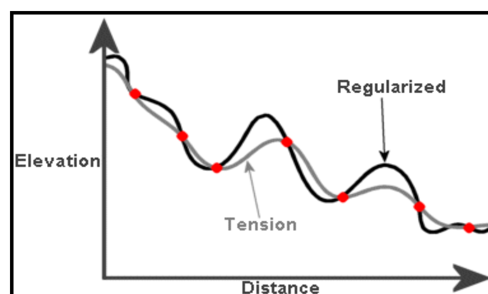
شكل رقم (٢٢): نافذة إضافة الطبقات (Add Data)، (المصدر: عمل الباحث)



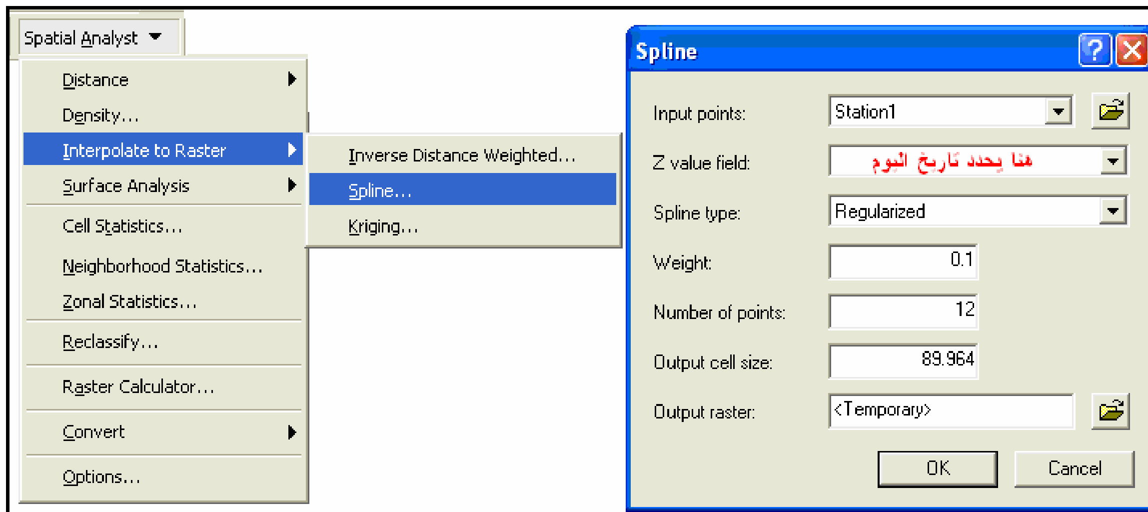
شكل رقم (٢٣): نافذة برنامج (ArcMap)، عليها طبقات المشروع (المصدر: عمل الباحث)

٤,٣,٢ مرحلة عملية الاشتقاق

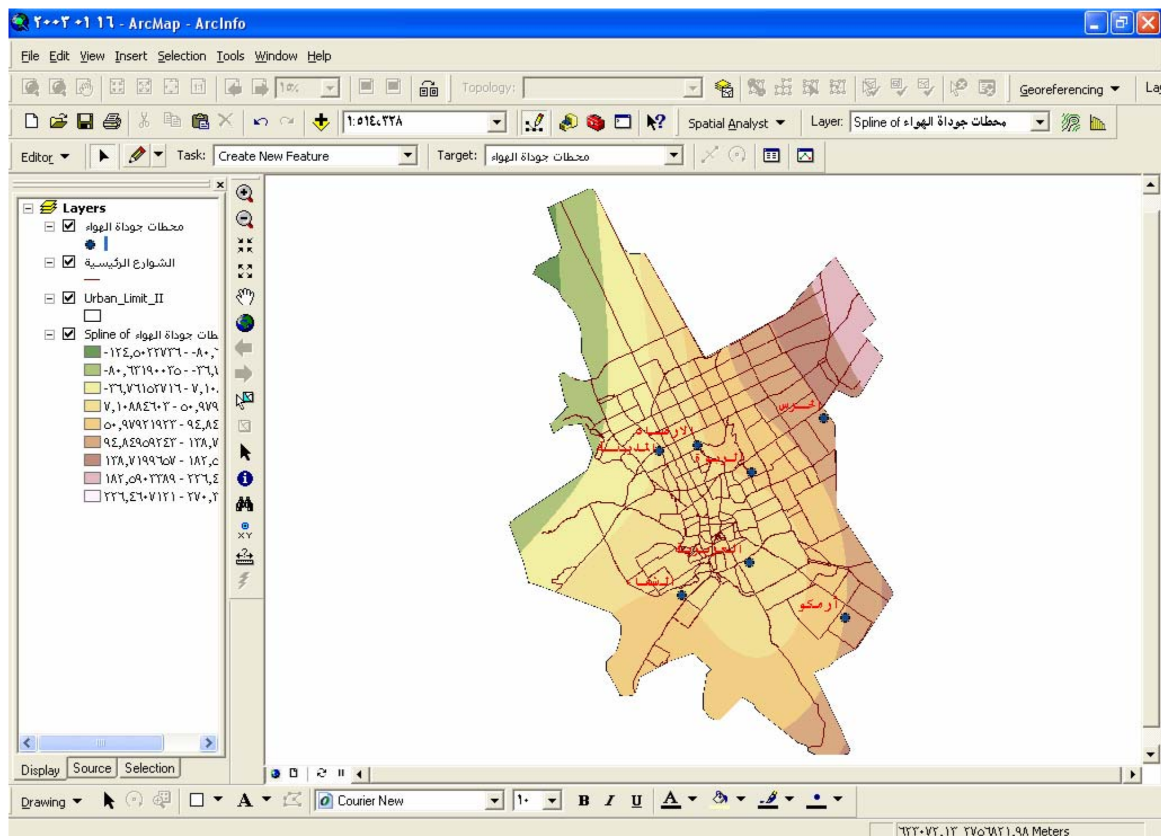
بواسطة برنامج المحلل المكان، ومن خلال (Interpolation Raster)، يتم اختيار طريقة إسبلاين، ومنه يتم تحديد نوع (Regularized)، ولأن هناك نوعين من اسبلاين وهمـا: (Regularized and Tension)، حيث أن الأول أكثر مرونة من الثاني (Childs, 2004)، شكل رقم (٢٤). وبما أن الظاهر الممثلـة مرنـة وسريعة التغير تم اختيار هذا النوع، عكس لو كانت ساكنة وغـير مـتغيرة فـسيكون الافـضل نـوع (Tension). ومن هذه النافذة تحدد تاريخ اليوم المراد عمل له اشتقاق، شكل رقم (٢٥)، بعد إتمام هـذه العملية تظهر الخريطة، الشكل رقم (٢٦).



شكل ٢٤: أنواع إسبلاين (المصدر: Child, 2004)



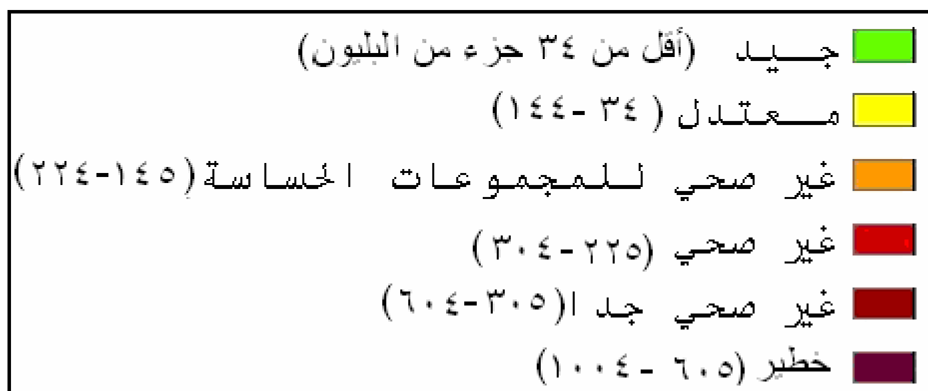
شكل رقم (٢٥): خطوات تنفيذ الاشتقاق بطريقة إسبلاين (Spline)، (المصدر: عمل الباحث)



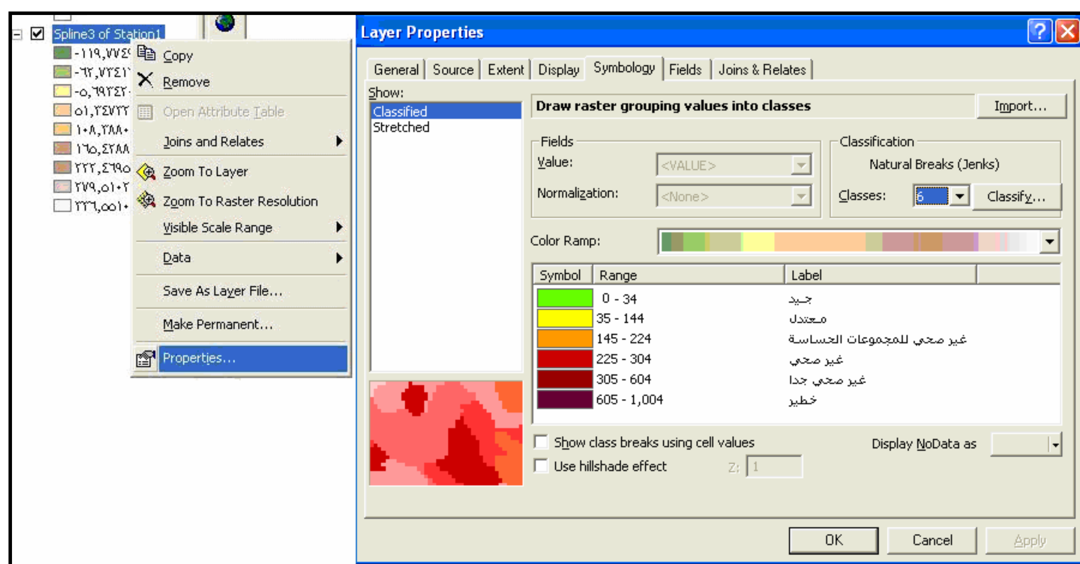
شكل رقم (٢٦): السطح التنبؤي لتلوث الهواء بطريقة إسبلاين في شكلها الافتراضي(Spline)، (المصدر: عمل الباحث)

٤,٣,٣ مرحلة إخراج الخريطة

يتم في هذه المرحلة معالجة الخريطة، فعند اشتقاق بيانات التلوث الهواء داخل البرنامج تظهر تسع فئات افتراضية، فيقوم الباحث بتعديلها إلى ست فئات، وذلك تبعاً وتماشياً مع جدول مستويات التلوث الست في المقياس العالمي، جدول رقم (٢)، بحيث أعطي كل مستوى تلوث لوناً معيناً، فأخذ المستوى الجيد اللـون الأخضر، و المستوى المعتدل اللون الأصفر، والمستوى غير الصحي للمجموعات الحساسة اللون البرتقالي، و المستوى غير الصحي اللون الأحمر، والمستوى غير الصحي جداً اللون الأحمر الغامق، والمستوى الخطير اللون البني الغامق شكل رقم (٢٧). وتتم من خلال تغيير خصائص الطبقة (Layer Properties)، والوصول لهذه النافذة شكل رقم (٢٨).

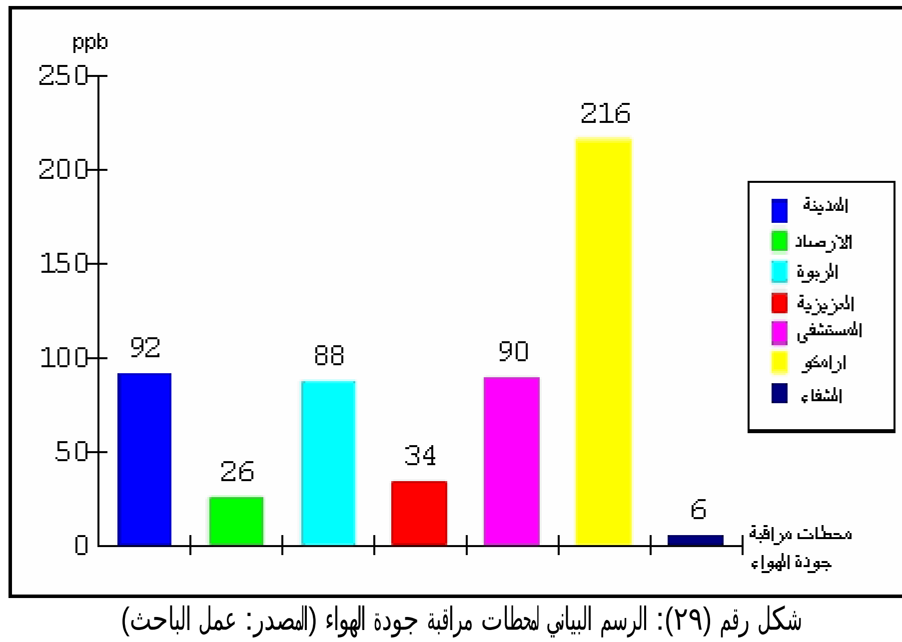


شكل رقم (٢٧): مفتاح الخريطة ، (المصدر: عمل الباحث)



شكل رقم (٢٨): نافذة خصائص طبقة الاشتقاق (المصدر: عمل الباحث)

ويضاف إلى هذه الخريطة بعد ذلك رسم بياني يوضع قيمة كل محطة، وهذا يساعد على رؤية قيمة كل محطة أثناء الاستعراض التتابعي، شكل رقم (٢٩).



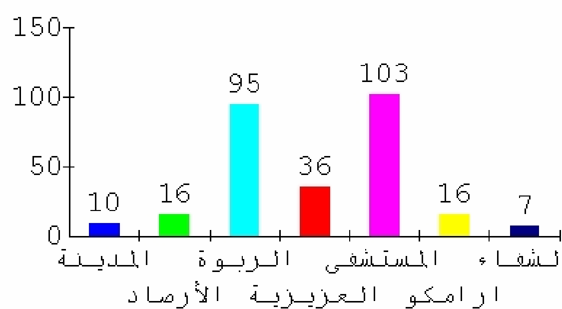
شكل رقم (٢٩): الرسم البياني لمحطات مراقبة جودة الهواء (المصدر: عمل الباحث)

والخطوة الأخيرة في هذه المرحلة يحفظ العمل، بحيث يكتب عنوان الخريطة وكل خريطة يوضح عليها تاريخ حدوثها ثم تحفظ على امتداد (.Mxd)، الذي يتعامل معه برنامج الآرك ماب (ArcMap)، على الصيغة التالية (yyyymmdd) دون فواصل أو شرطات؛ لأن البرنامج لا يسمح بوضعها، وفي النهاية تظهر الخريطة كما في الشكل التالي، شكل رقم (٣٠) ويطبق هذا النمط على كل الخريطة (٣٦٥خريطة).

بعد تصميم خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض سيتولد (٣٦٥) خريطة تمثل عدد أيام سنة (٢٠٠٣م). وهذا الكم الكبير من الخرائط من المؤكد أنه يحتاج ابتكار تقنية استعراضه متطورة لاستعراض خرائط تلوث الهواء ذات امتداد (.Mxd) الخاص ببرنامج الآرك ماب (ArcMap)، من أجل رؤية تحرك وانتشار الملوثات من يوم إلى آخر، ولتحقيق هذا الهدف لابد من تصميم آلية قادرة على عرض هذه الخرائط بشكل تتابعي أمام المستخدم حتى يتسنى له رؤية تحرك هذه الظاهرة وتحليلها من هذا الواقع المرئي، و الفصل القادم سيركز على تصميم هذه الآلية الاستعراضية من خلال تصميم واجهة برمجية تتفاعل مع خرائط تلوث الهواء .

خريطة تلوث الهواء لغاز ثاني أكسيد الكبريت
لمدينة الرياض في تاريخ ٢٠٠٣\٠٢\٢١

N
المستشفى
الأرصاد
الربوة
المدينة
العزيزية
الشفاء
ارامكو
Kilometers
0 2.5 5 10 15 20



محطات مراقبة جودة الهواء
الشوارع الرئيسية
جيد (أقل من ٣٤ جزء من البليون)
معتدل (٣٤-١٤٤)
غير صحي للمجموعات الحساسة(١٤٥-٢٢٤)
غير صحي (٢٢٥-٣٠٤)
غير صحي جدا(٣٠٥-٦٠٤)
خطير (٦٠٥-١٠٠٤)

شكل رقم (٣٠): المخرج النهائي لخريطة تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت (المصدر: عمل الباحث)

٤,٤ برنامج الفيجوال بيسك

شهدت العقود الأخيرة من القرن العشرين تطورات كبيرة وقفزات نوعية في علوم الحاسب، لاسيما في الآونة الأخيرة، حيث إن المفاهيم تتطور باستمرار، إلا أن هذا التطور بقي حكراً على الشركات الكبيرة، حتى بدأت الشركات التي تنتج أنظمة التشغيل واللغات والبرامج التطبيقية المتنوعة وعلى رأسها شركة مايكروسوفت (Microsoft)، تسعى لزيادة انتشار منتجاتها وزيادة مبيعاتها، ولتسمح للمبرمج الاستفادة العظمى في إنشاء التطبيقات الاحترافية في كافة المجالات.

أول لغة تم توظيفها لكتابة البرمجيات هي لغة (Machine Language)، إلا أن هذه اللغة صعبة المنال وتتطلب معرفة واسعة في تصميم الحاسوب، وهذا ما دفع العلماء إلى تطوير هذه اللغة إلى لغة التجميع (Assembly Language)، التي كانت أفضل من سابقتها من حيث السهولة وكتابة البرنامج، إلا أن اللغتين السابقتين كانتا تعتمدان على معرفة واسعة بالتصميم الداخلي للحاسوب: (المعالجات، المقاطعات، مسارات البيانات، عناوين الذاكرة، وغيرها). ولقد حاول العلماء في ابتداع لغات عالية المستوى، فظهرت اللغات التي تم تطويرها فيما بعد، والتي اشتهرت ويعرفها كل من خاض مجال البرمجة مثل(C ، BASIC، FORTRAAN ، PASCAL)، وقد تفاضلت هذه اللغات التي بلغت المئات فيما بينها من حيث القوة والسهولة، وكانت لغة (BASIC)، هي اللغة الأكثر سهولة وشعبية من بين اللغات السابقة (قواوجي وعطري،١٩٩٩م).

وفي عام (١٩٦٣م) ابتكر جون كيميني (John Kemeny)، وتوماس كورتز (Thomas Kurtz)، لغة (BASIC)، وهي اختصار لكلمة (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code)، والتي تعني: (شفرة التعليمات الرمزية متعددة الأغراض للمبتدئين)، وقد لاقت هذه اللغة نجاحاً واسعاً. وفي عام (١٩٩١م) طرحت مكروسوفت (Microsoft)، نسخة مطورة من (Basic)، منحتها اسم الفيجوال بيسك (Visual Basic)، حيث استخدمت اللفظة المضافة (Visual)، للتعبير عن الوظيفة الجديدة التي أضيفت لهذه اللغة كأول لغة مصممة لتطوير تطبيقات ذات واجهات رسومية (Graphical User Interface)، ولعبت الفيجوال بيسك (Visual Basic)، دوراً بارزاً في تطوير تطبيقات مايكروسوفت ويندوز (Microsoft Windows)، وقد طرحت (Microsoft)، تسعة إصدارات حتى آخر إصدار طرحته في أول يناير من عام (٢٠٠٨م) باسم (Visual Basic.NET 2008)، حيث أصبح أبسط وأكثر فاعلية وقابلية في تطوير التطبيقات التي تتماشى مع الاتجاهات المعاصرة في الحوسبة، مثل خدمات الوب وتطبيقات الحواسيب الكفية (محمد، ٢٠٠٨م).

إن الفيجوال بيسك (Visual Basic)، مازالت محتفظة بسمات لغة برمجة (BASIC)، التي تصنف من لغات البرمجة العليا (High-Level Programming Language)، وهي روح لغة برمجة الفيجوال بيسك التي زادت من أسهمها وشعبيتها لدى المصممين. فمعظم الصيغ (Syntax) الموجودة في الإصدارات السابقة مازالت مدعومة بشكل جيد في إصدارات الفيجوال بيسك الحديثة مع إضافة العشرات من الدوال والصيغ التي تجعل الفيجوال بيسك تتلاءم وتحاكي تطبيقات الويندوز (Windows)، وأحد المبادئ الضرورية في جميع لغات البرمجية هي المتغيرات والثوابت لأنهما تمثلان قدرة البرنامج على الاستمرار والبقاء (العسيري، ٢٠٠٤).

٤,٤,١ المتغيرات والثوابت

المتغيرات والثوابت هي أساس أي لغة برمجة، إن استيعاب أنواع المتغيرات من المسائل الضرورية التي تمكن من اختيار الأنواع المناسبة للمتغيرات، سواء لإرسالها إلى الدوال، أو لإجراء العمليات الحسابية عليها.

أ) المتغيرات:

يمكن تعريف المتغيرات من منظورين: المنظور الرياضي، ويعرف على أنه مجهول (س) يحتوي على قيمة معينة، أما المنظور البرمجي- وهو الأهم- فيعرف المتغير على أنه قيمة تحفظ في ذاكرة الجهاز. وتختلف المساحة المحجوزة لحفظ هذه القيمة باختلاف نوع المتغير، فمثلاً المتغير من النوع (Byte). لا يستهلك سوى بايت واحد من ذاكرة الحاسب، في حين المتغير من نوع (String)، قد يحجز مساحة تصل إلى (٢) جيجا بايت، والصيغة العامة في كتابة النص البرمجي لتعريف المتغيرات على النحو التالي:

```
Dim. Varlable Name As Type
```

وهناك العديد من أنواع المتغيرات المدعومة من قبل الفيجوال بيسك، ونوع المتغير يختلف باختلاف المساحة التخزينية المحجوزة داخل الجهاز كما أسلفنا، ومن خلال الجدول التالي نعرض أنواع المتغيرات وحجمها التخزيني في ذاكرة الجهاز، جدول رقم (٤).

القيمة العظمى	القيمة الدنيا	مساحة التخزين	النوع
255	0	1 بايت	Byte
32,768	32,768-	2 بايت	Integer
2,147,483,647	-2,147,483,648	4 بايت	Long
3,402823e38	1,401298e-45	4 بايت	Single
4,9406564581247e-324	1,79769313486232e308	8 بايت	Double
922,337,203,685,477.5808	922,337,203,685,477.5808-	8 بايت	Currency

جدول رقم (٤): المساحة التخزينية لكل متغير، (العسيري، ٢٠٠٤)

ب) الثوابت:

فكرة الثوابت شبيهة بفكرة المتغيرات، ويمكن التفريق بينهما في أن قيم الثابت لا يمكننا تعديلها وقت التنفيذ؛ لأ ا قيم ليست موجودة بالذاكرة مثل قيم المتغيرات، وإنما يتم استبدال هذه الأسماء بقيمتها الفعليـة في النص البرمجي أثناء عملية الترجمة (Compiling)، فالثوابت تحفظ مباشرة في الملـف التنفيـذي (EXE) للبرنامج، ويمكن تعريف ثابت جديد باستخدام كلمة التصريح (Const)، (العسيري، ٢٠٠٤).

وأبسط أنواع الثوابت هي الثوابت العددية التي يمكن كتابتها مباشرة بالنظام العشري (Decimal) أو بإضافة البادئة (&H) للنظام العشري، وتعتبر في نظر الفيجوال بيسك أعداداً من نوع (Integer) ما لم تضف الرمز & بعد اية العدد فسيكون العدد من نوع (Long) ، وبعد الثوابت العددية تأتي الثوابـت الحرفيـة (Strings) التي يشترط كتابتها بين علامتي تنصيص " " .

كما يفضل تعريف نوع الثابت لزيادة سرعة التعامل معه، مثال على ذلك انظر الكود التالي:

```
Const PI As Integer = 3.14

Const PI As Strings = “abc”
```

٤,٤,٢ البرمجة هدفية التوجية (OOP):

تتمثل نقطة التحول الحقيقية في الفيجوال بيسك (Visual Basic)، عند الإصدار الرابـع (VB4)، حيث أضيفت برمجية هدفية التوجية (Object Oriented Programming Language- OOP) بعد إضـافة ميزة تعريف الفئات (Classes)، وعلى هذا يمكن تعريفها على أ ا برمجة موجهة نحو كائنـات أو أهـداف. فكل شيء في البرنامج عبارة عن هدف (Object)، أو شيء (Thing)، له بيانات وأفعال خاصة به، أشـبة بالعالم الحقيقي الذي نراه يومياً، فالإنسان كائن هدفي له صفات معينة (خصائص: Properties)، كالاسـم والعمر والطول، إلى آخره، وله أفعال يقوم ا (طرائق: Methods)، كالمشي و الكتابة والنوم إلى آخـره، كما أن الإنسان يحدث له وقائع (أحداث: Events)، تؤثر فيه، (العسيري، ٢٠٠٤).

كذلك الحال مع الأهداف البرمجية في الفيجوال بيسك، (Visual Basic)، فهـي تحتـوي علـى خصائص تحوي بيانات خاصة، مثل: (BackColor,. Height, Left)، وطرق لتفعيل أفعال خاصة ا، مثل: (Zorder, Refresh, Move)، وأحداث تقع عليها مثل: (KeyPres, MouseMove, Click)، ينتج عنـها ردود فعل خاصة.

والآن يمكن توضيح الفرق بين الفئة (Class) و الهدف (Object)، فالفئة هي مجرد وصف لخصائص وطرق وأحداث الهدف، بينما الهدف هو وحدة تحتوي على بيانات ونصوص برمجية معرفة في الفئة، فمـثلاً أدوات النص (Text1 و Text2) هي أهداف من الفئـة (TextBox)، وأدوات (Lable1 و Lable2) هـي أهداف من الفئة (Lable) وهكذا.

٤,٤,٢,١ سمات البرمجة كائنية التوجية OOP:

وجود البرمجة كائنية التوجية في إصدار برنامج فيجوال بيسك (٦) جعلته يحضى بقبول لدى كثير من المبرمجين وذلك لامتلاكها سمات برمجية لا نجدها في الإصدارات السابقة من فيجوال بيسك، وهذه السمات هي:

أ) التغليف:

يقصد بالتغليف (Encapsulation) في لغات (OOP) أن جميع الأشياء توضح معـاً بحيـث تحقـق استقلالية الهدف المطلقة ببياناته الخاصة به وحتى أكواده، ومن المزايا التي تقدمها سمة التغليف هي إمكانيـة تطوير البنية التحتية للهدف دون أن يتأثر تركيب برنامج ودون الحاجة إلى تعديل سطر واحد من النصوص البرمجية، مثلاً عند تصميم فئة للبحث عن ملفات، وبعد فترة ظهر بطء في عملية التنفيذ، هنا ما سيتم هـو

تعديل البنية التحتية للفئة الخاصة بالبحث، وتطوير خوارزميات ونصوص برمجية دون تغير سطر برمجي واحد.

كلما زادت استقلالية الفئة، زادت كفاءة إعادة استخدامها في برنامج آخر وتطبيق أسلوب إعادة استخدام النصوص البرمجية (Code Reusability). مبدأ إعادة استخدام النصوص البرمجية من أحد المبادئ الضرورية، بحيث تمكن المستخدم من الاستفادة من الفئة التي صممها في أكثر من مشروع وأكثر من برنامج.

ب) تعدد الواجهات:

مبدأ تعدد الواجهات (Polymorphism) هو قدرة الفئة على احتوائها أكثر من واجهة، بحيث تمكن المستخدم من توحيد عدة فئات مختلفة بأسماء عناصر متشابهة، ورغم وجود أدوات داخل برنامج الفيجوال بيسك (Visual Basic) مختلفة المهام والأوامر، إلا أنها تحتوي على خصائص وطرائق وأحداث مشتركة، مثل: (Move, Click, Left) ، مما يسهل على المبرمج حفظها وتوحيد الإجراءات التي تستخدم هذه العناصر.

ج) التوريث:

التوريث (Inheritance) هي قدرة فئة على اشتقاق عناصر من الفئة الأم العامة بحيث تزيد من قوة الفئة التوريث وتضيف عناصر جديدة للفئة الأم، فلو أراد المستخدم بناء فئة جديدة وكان عنده فئة سابقة بنفس الخصائص، فما عليه إلا إنشاء فئة جديدة خالية ثم يضاف إليها خصائص الفئة السابقة، ويمكن تطوير هذه الفئة الجديدة وإضافة لها خصائص جديدة.

٤,٤,٢,٢ فوائد البرمجة كائنية التوجية: (OOP)

الفوائد التي يجنيها المبرمج عند التعامل مع إصدار الفيجوال بيسك (٦) هي ميزة البرمجة كائنية التوجية وهذه الفوائد كثير أهمها ما يلي:

أ) عندما يكبر حجم البرنامج تزداد عملية إدارته تعقيداً، لكن مع البرمجة كائنية التوجية (OOP) فالبرنامج يتكون من مجموعة أهداف، بحيث أنه لو حدثت مشكلة في أحدها فكل ما هو مطلوب هو تعديل ذلك الهدف دون أن تتأثر الأهداف الأخرى، وحتى لو أراد المطور تطوير أحد الأهداف فليس مضطراً إلى تنقيح آلاف الأسطر البرمجية للبرنامج، وكل ما يتوجب عليه هو الانتقال إلى كود الفئة وتطويره فقط.

ب) تصميم البرنامج والتخطيط لبنيته أصبح أسهل من البرمجة الإجرائية وأقرب إلى العالم الحقيقـي، فعنـدما يخطط المبرمج لبرنامج جديد فنظرته ستكون بعيدة عن الأكواد وقريبة إلى التصميم، بحيث تنجـز مهامـه بسرعة أكبر وسهولة. فعند تصميم فئة جديدة، فلن يشغله أي كود أو متغير خارج هذه الفئة قد يؤثر على سلوك تنفيذ النصوص البرمجية، وسيكون كل تركيزه منصب على هذه الفئة وكأ ا الجزء الوحيد الموجود في البرنامج، مما يقلل نسبة الشوائب (Bugs)، وعدم تأثر المتغير وبيانات البرنامج.

ج) البرمجة هدفية التوجية (OOP)، ستجعل عمل المبرمج أسهل، فلو كان الفيجوال بيـسك (Visual Basic)، دون أهداف، وأرد المبرمج تغيير اسم النافذة سوف يحتاج إلى كتابة عدة أسطر برمجية حتى يصل إلى غايته، ولكن مع البرمجة هدفية التوجية فإنه سوف يتعامل في هذه الحالة مع هدف اسمه (Form1) لـه خـصائص يستطيع تغيير اسمه بكل سهوله من خلال خاصية (Caption) إلى الاسم الذي يريده.

د) إن البرمجية الهدفية تعد أساساً لكل تقنية الأهداف المواجهة، وذلك بغرض إنشاء أو تطوير نظاماً أو برنامجاً تطبيقياً. وتسمح هذه الأنظمة للمبرمج بإتباع رسم تخطيطي (Flowchart) لإنشاء شكل وطريقـة تنفيـذ النظام أو البرنامج التطبيقي المراد، عن طريق الواجهات البيانية البرمجية (الغامدي ١٤٢٧هـ).

٤,٤,٣ اكتشاف الأخطاء

أكثر ما يربك المبرمجين هي الأخطاء البرمجية، ويزداد الأمر سوءاً عندما لا تعرف مصدر هذا الخطأ. والأخطاء البرمجية شبه محتمة على المبرمج، وتصنف الأخطاء في أي لغة برمجية على أساس وقت حـدوثها، فهي تحدث وقت التصميم أو تحدث وقت التنفيذ أو أخطاء لا تكتشف إلا بعد التوزيع على المـستخدمين، وتسمى (Bugs). وهذه الأخطاء قد تتسبب في ا يار برنامج، ويمكن عرض هذه الأخطاء البرمجية بشيء من التفصيل على النحو التالي:

أ) أخطاء وقت التصميم (Design Time Errors):

تعرف أيضاً بالأخطاء النحوية (Syntax Errors)؛ وهي أسهل أنواع الأخطاء اكتشافاً وإصـلاحاً. يكون وقت حدوث هذه الأخطاء في مرحلة التصميم أو كتابة النصوص البرمجية، وسببها الرئيس ناتج مـن طريقة كتابة العبارات البرمجية الخاطئة، فمثلاً قد تكتب اسم دالة ليست موجودة، أو تنشئ حلقـة تكـرار

(For) دون إقفالها باستخدام (Next). ويمكن إصلاح هذه الأخطاء، حيث توفر لك بيئة التطوير المتكاملة لـ (Visual Basic) تقنية هدفها كشف هذه الأخطاء تلقائياً بمجرد الوقوع فيها بعد الضغط على مفتاح (Enter) يظهر بعد ذلك رسالة توضح الخطأ، حيث يظهر السطر البرمجي باللون الأحمر، وهنا لابد من الرجوع إلى هذا الخطأ وتصحيحه.

ب) أخطاء وقت التنفيذ (Run-Time Errors):

تظهر هذه الأخطاء عند اختبار أو تنفيذ البرنامج عند الضغط على أمر التنفيذ (Run)، ويظهر هذا النوع من الأخطاء عندما يكون السطر البرمجي من الناحية النحوية صحيحاً ولكن من الناحية المنطقية خطأ، مثلاً عند تحديد اسم ملف وهذا الملف غير موجود داخل الجهاز هنا سوف يتوقف البرنامج ويتغير السطر البرمجي إلى اللون الأصفر، مما يجب تحديد مكان الملف بدقة.

ج) أخطاء الشوائب (Bugs):

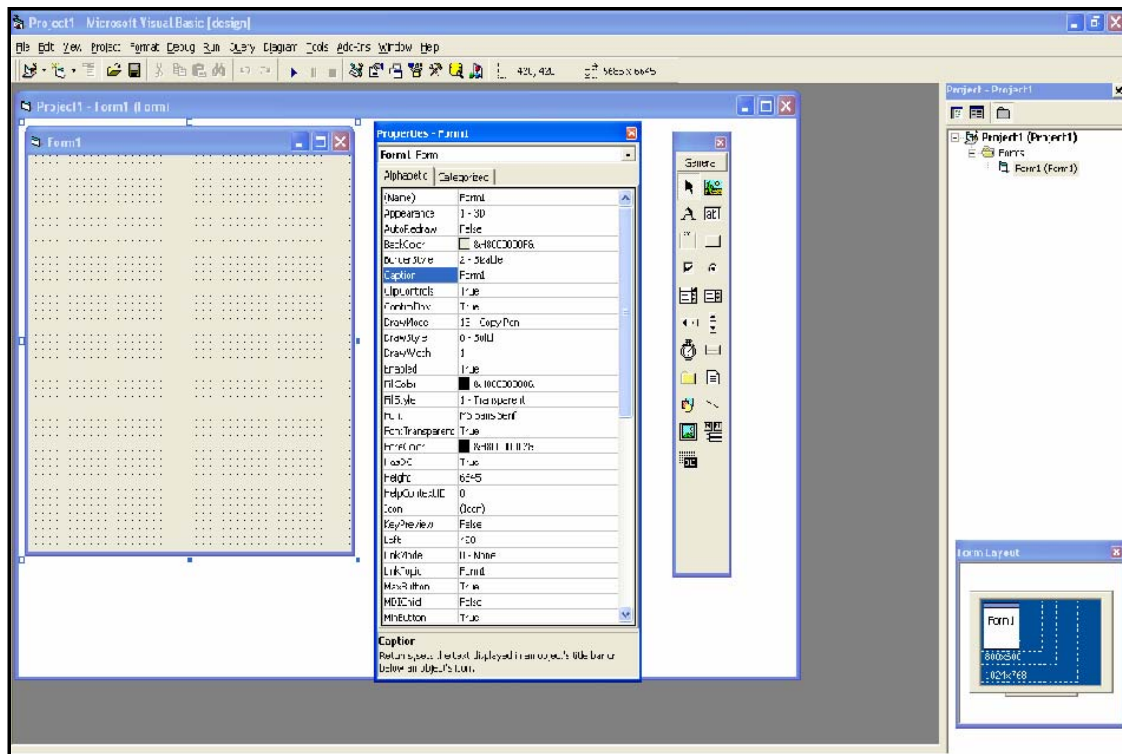
قد يكون السطر البرمجي سليماً من الناحية النحوية ومن الناحية المنطقية، كذلك لا توجد فيه أي أخطاء في وقت التنفيذ لكن فيه شوائب. والشوائب هي أخطاء في سلوك تنفيذ البرنامج لأي سبب كان لكنها عادة لا تتسبب في إيقافه، وهي صعبة الإيجاد والاكتشاف. ولذلك فإن أغلب الشركات العملاقة في البرامج تقوم بطرح نسخ تجريبية قبل طرح البرنامج للأسواق، وكل هذا من أجل اكتشاف شوائب الأخطاء.

هناك الكثير من الشوائب التي تكتشف شهرياً، وتصدر شركة (Microsoft) تقارير عنها، وتوجد بشكل دوري في مكتبة (MSDN)، من خلال موقع الشركة، وبعضها تم إصلاحه والبعض الآخر لم يتم، والمقصود أنه مهما كان مستوى العمل البرمجي لابد من وجود شوائب في البرنامج منذ بداية تصميمه.

٤,٤,٤ التعرف على مكونات برنامج الفيجوال بيسك

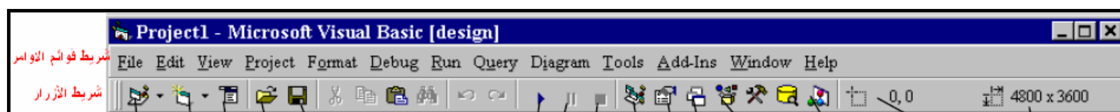
يحتوي برنامج الفيجوال بيسك على العديد من الواجهات والأدوات والأهداف والأحداث التي يجب على كل مبرمج معرفتها ومعرفة استخداماتها البرمجية، ومن خلال هذه الفقرة سوف نحاول التعرف على هذه البيئة البرمجية المتكامله في برنامج الفيجوال بيسك.

إن برنامج الفيجوال بيسك لا يختلف كثيراً عن شكل نوافذ التطبيقات في بيئة ميكروسوفت ويندوز (Windows Microsoft)، وعند تشغيل برنامج الفيجوال بيسك سوف تظهر نافذة تحتوي على العديد من أشرطة الأدوات والأوامر والأيقونات، ولكل واحداً منها مهاماً خاصة في البرمجة، شكل رقم (٣١)، وتسمى هذه النافذة بإستديو أو معمل التطوير؛ لأنه يتم فيها عملية تطوير وتصميم البرنامج من البداية حتى النهاية.



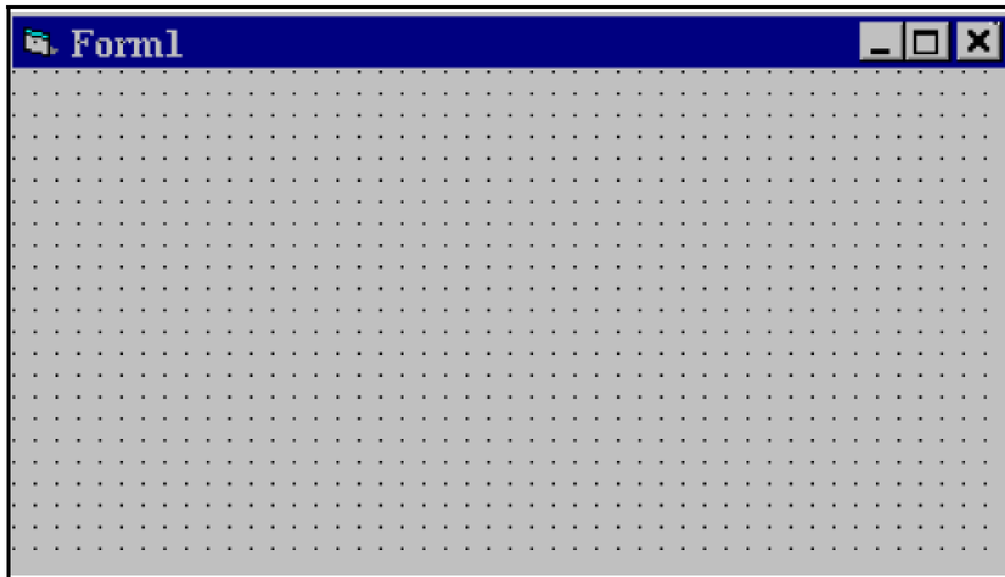
شكل رقم (٣١): واجهة برنامج الفيجوال بيسك ٦ (المصدر: عمل الباحث)

وتتكون هذه الواجهة من شريطين من الأوامر، الأول يسمى شريط قوائم الأوامر؛ وهو شريط يسهل الوصول إلى أوامر البرنامج وأدواته، ويسهل على المستخدم الوصول إلى مختلف المهمات بأيسر الطرق، أما الثاني فيمثل شريط الأيقونات شائعة الاستخدام، وهي من السمات المميزة للبرنامج، حيث تسهل عملية البرمجة دون عناء في البحث عن هذه الأوامر، شكل رقم (٣٢).



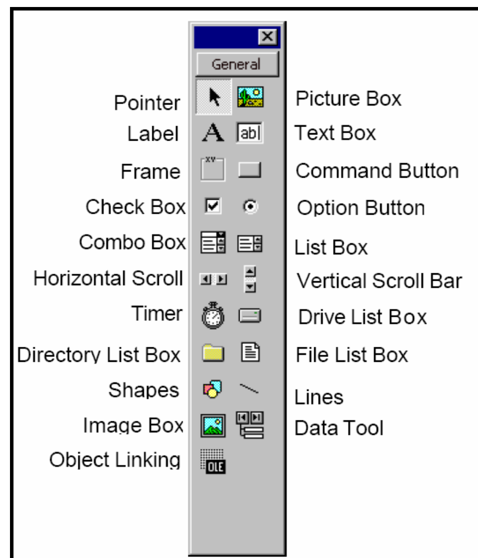
شكل رقم (٣٢): شريط قوائم الأوامر وشريط الأيقونات (المصدر: عمل الباحث)

كما تضم واجهة المشروع (Form) وهي التي يتم عليها تصميم المشروع ورسم الأيقونات والأوامر البرمجية، شكل رقم (٣٣).



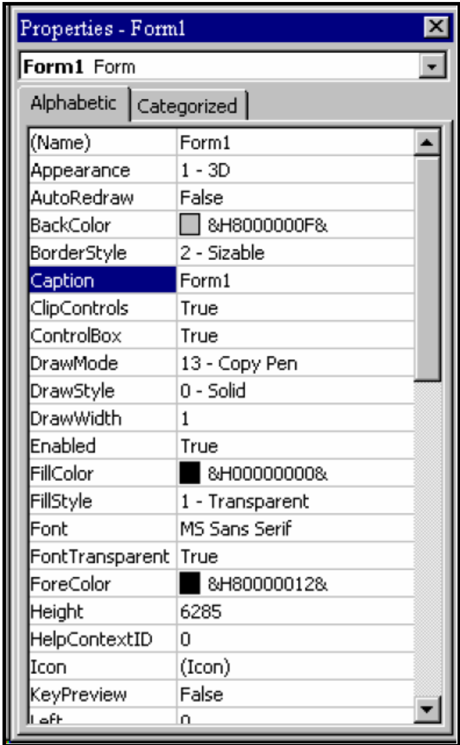
شكل رقم (٣٣): واجهة تصميم البرنامج (المصدر: عمل الباحث)

كما يضم استديو التطوير مربع الأدوات (Toolbox)، الذي يضم بدورة العديد مـن الكائنـات الهدفية، ويمكن زياد ا حسب أهداف المشروع، شكل رقم (٣٤).



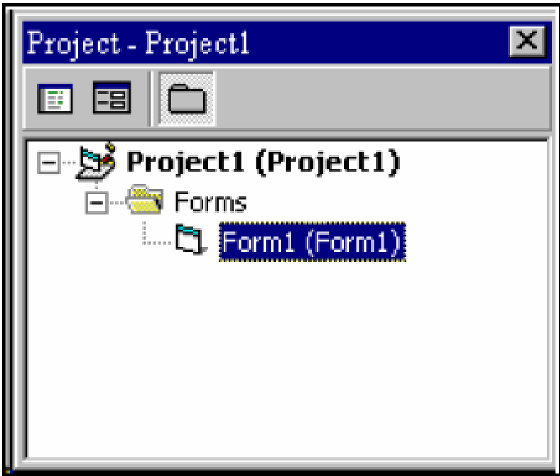
شكل رقم (٣٤): صندوق الأدوات (Toolbox)، (المصدر: عمل الباحث)

كما تضم النافذة صندوق الخصائص (Properties)، التي يمكن للمبرمج تغيير خاصية أي أداة بكـل يسر وسهولة من خلال هذا الصندوق، مثل خاصية اللون أو الاسم أو الخط، شكل رقم (٣٥).



شكل رقم (٣٥): صندوق الخصائص الكائن(المصدر: عمل الباحث)

كما يوجد من ضمن هذه النافذة نافذة المشروع (Project Window)، ويعرض في هذه النافذة جميع ملفات المشروع على شكل شجري، شكل رقم (٣٦).

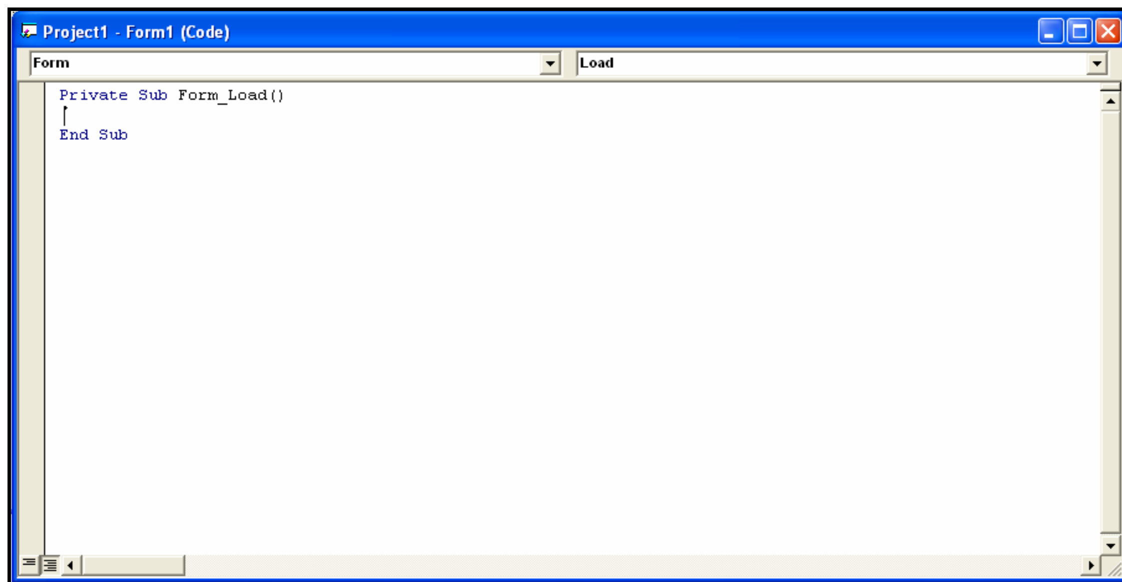


شكل رقم (٣٦): نافذة المشروع(Project Window)، (المصدر: عمل الباحث)

كما إن هناك صفحة مهمة وهي خفية لا تظهر إلا بالضغط مرتين على أي أيقونه علـى واجهـة البرنامج المراد تصميمه، وهي نافذة كتابة الأوامر البرمجية (Codes)، وهي اللغة التي يفهمها البرنامج ويتعامل معها، وتتكون هذه النافذة من خيارين، شكل رقم (٣٧)، الأول يمكن من خلاله تحـدد المكـون الهـدفي المستهدف في كتابة الأمر البرمجي، والجزء الآخر يسمح لك باختيار نوع الحـدث (Event)، المـراد فيـه استجابة البرنامج لأوامر المستخدم، وهناك جملة من الأحداث، مثل الضغط (Click)، والتحميـل (Load)، وحركة الفأرة (MouseMove)، وغيرها كثير، ويجب كتابة الأوامر البرمجية بين عبارتين أساسيتين تـسميان حدي الحدث، وهما على النحو التالي:

```
Private Sub Command1_Click ()      الحد الأول

End Sub                            الحد الثاني
```

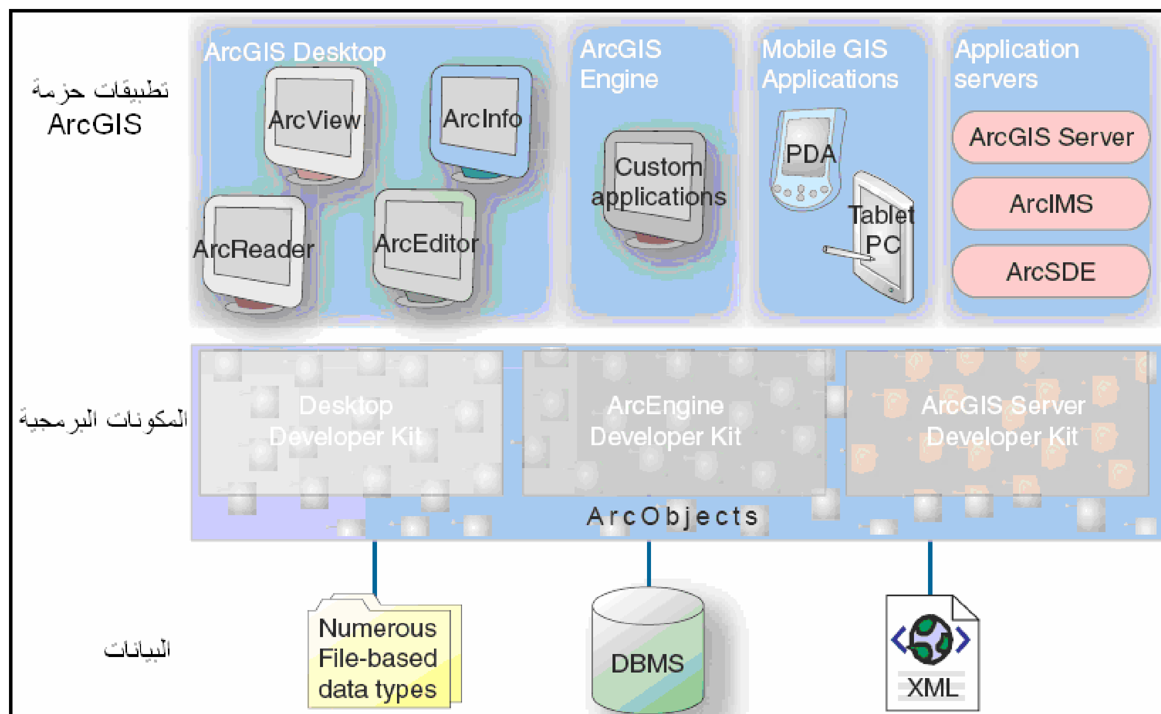


شكل رقم (٣٧): نافذة كتابة النصوص البرمجية Code (المصدر: عمل الباحث)

٤،٤،٥ نظم المعلومات الجغرافية والبرمجة

يتكون برنامج نظم المعلومات الجغرافية من حزمة متكاملة من البرمجيات والمنتجات الحاسـوبية ذات التطبيقات المتعددة والمستندة على مكتبة مشتركة، تشارك فيها جميع برمجيات نظـم المعلومـات الجغرافيـة (GIS) المسماة آرك أوبجكتس (ArcObjects) ضمن نظام آرك إنفو (ArcInfo) في حزمة (ArcGIS) مـن شركة إسري (ESRI)، شكل رقم (٣٨)، (Cameron,E. *et al*.,2004).

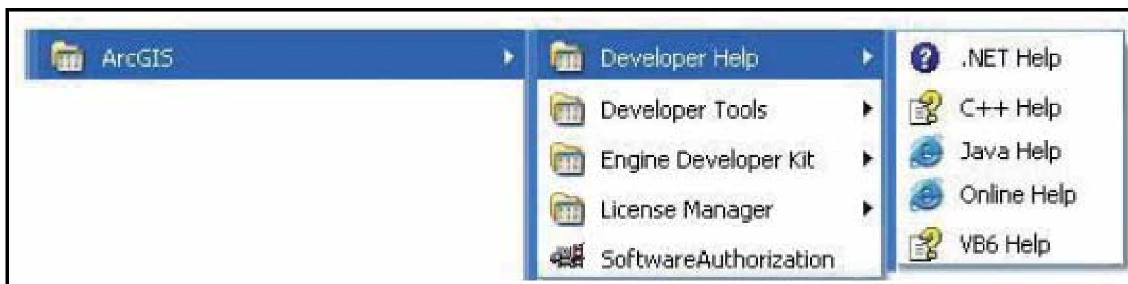
ونظم المعلومات الجغرافية مثلها مثل جميع تطبيقات ميكروسوفت ويندز (Windows Microsoft) مثل برنامج الوورد (Word)، و برنامج الأكسل (Excel)، فهي تتعامل بجدارة مع جميع أنواع لغات البرمجة كلغة الفيجوال بيسك (Visual Basic)، و سي بلس بلس (C ++)، و جافا (Java)، ولا أدل مـن ذلـك وجود الفجيوال بيسك التطبيقي (Visual Basic Application - VBA)، من ضمن مكونات برنامج نظم المعلومات الجغرافية الذي يقدم للمطورين خدمة كبيرة في تطوير مكونات هذا البرمجيات على حسب رغبـة المستخدم داخل حزمة هذا البرنامج.



شكل رقم (٣٨): تطبيقات ومكونات البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية (المصدر: Cameron ,2004)

وتعد المكونات الهدفية البرمجية - الآرك أوبجكتس (ArcObjects) - مكتبة متكاملة تقدم كائنـات هدفية (Objects) تساعد وتسهل وتختصر العملية البرمجية في نظم المعلومات الجغرافية، وهـذه الكائنـات

موجودة داخل جهاز، طالما أن برنامج نظم المعلومات (ArcGIS) موجوداً فيه، إلا أن بعض هذه الكائنات الهدفية لا تكون متاحة أمام المطورين (المبرمجين)؛ أي أ ا تحتاج إلى رخصة (License)، مـن منـتج هـذه البرامج، والبعض الآخر متاح لا يحتاج إلى رخصة، وهناك برامج تكون مضافة معها رخصة هذه الكائنـات التي تسمح للمبرمج بالتعامل معها بكل كفاءة وحرية، ومن هذه البرامج (ArcGIS Engine)، وهو عبـارة عن برنامج ملحق (Extensions) يضاف إلى برنامج نظم المعلومات الجغرافية، شـكل رقـم (٣٩) يتـيح التعامل مع جميع الكائنات الهدفية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية، ويختصر الكثير من العمليـات البرمجيـة المعقدة.

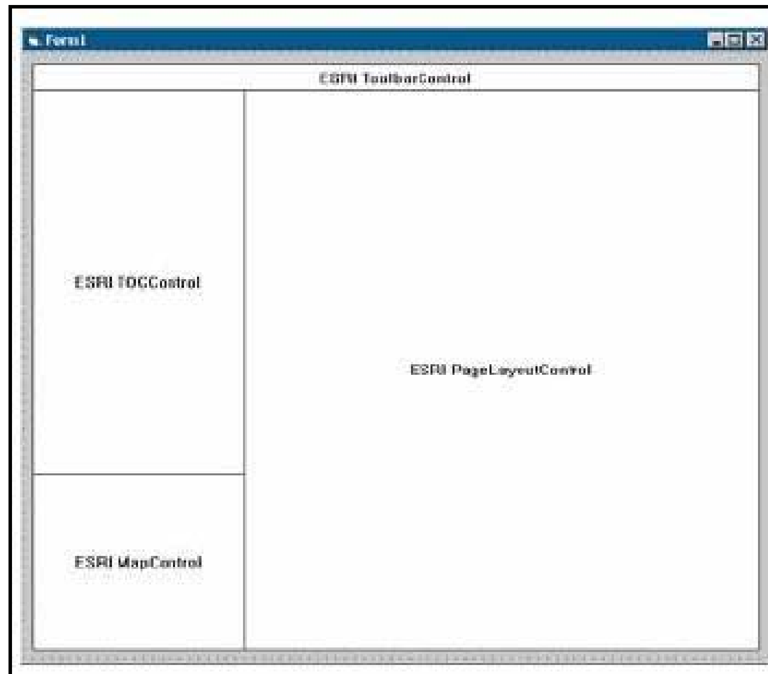


شكل رقم (٣٩): برنامج (ArcGIS Engine) من ضمن حزمة برنامج نظم المعلومات الجغرافية، (المصدر: Cameron ,2004)

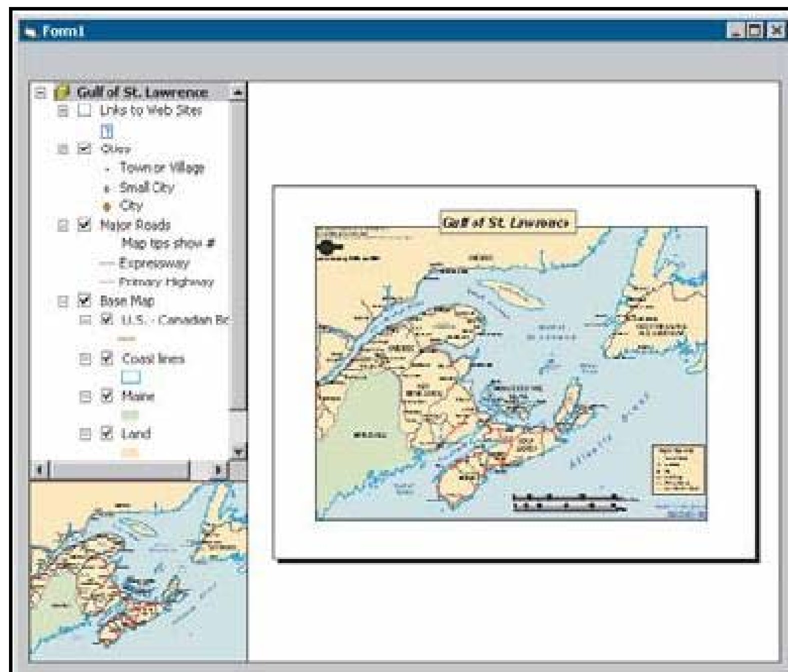
ومن هذه الكائنات الهدفية الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية (MapControl, PagLayoutControl, SceneControl, ToolbarControl, ToCControl)، شكل رقم (٤٠). وكل واحده من هذه الكيانات لها وظائف معينه تقوم ا، فمثلاً (MapControl)، تستخدم كمسرح تعرض علية الخرائط والتعامل ومعها، و (ToolbarControl)، ترسم على الواجهة من أجل عرض الطبقات عليها، شكل رقم (٤١) وشكل رقـم (٤٢).



شكل رقم (٤٠): بعض المكونات الهدفية في برنامج نظم المعلومات الجغرافية (المصدر: Cameron ,2004)



شكل رقم (٤١): المكونات الهدفية على الواجهة البرمجية (المصدر: 2004, Cameron)



شكل رقم (٤٢): المكونات الهدفية على الواجهة البرمجية بعد التنفيذ (المصدر: 2004, Cameron)

يمكن من خلال الشكلين السابقين أن ترى قدرة المكونات الهدفية في تصميم واجهـة المـستخدم (User Interface-UI) البرمجية دون تعقيد، فما يبقى الآن إلا كتابة النصوص البرمجية (Codes) حتى يعمـل

البرنامج حسب المطلوب منه، وكتابة النصوص البرمجية متشا ة بشكل عام، ولكن الاخـتلاف يكـون في النصوص البرمجية الخاصة بالكائنات الهدفية لكل برنامج، ومن المهم لأي مبرمج مهما وصل احترافه في البرمجة أن يلم بالنصوص البرمجية بالنصوص البرمجية الخاصة في البرنامج الذي يتعامل معه. وكذلك معرفة امتدادات الملفات، فمثلاً عند كتابة جملة تعريف لمتغير معين لابد من توضح نوع هذا المتغير: هل هو خريطة أو طبقة أو حقل أو ظاهرة وهكذا، لأن نظم المعلومات الجغرافية تتعامل مع مثل هذه الأنواع من المتغيرات. وهـذه الجمل من التعاريف لبعض المتغيرات لا يمكن أن ترى إلا عند التعامل مع الكائنات الهدفية الخاصـة بـنظم المعلومات الجغرافية؛ لأ ا مخزنة داخل البرنامج، ومن الأمثلة عليها:

```
Dim pMainMap As IMap                          نوع المتغير خريطة
Dim player As ILayer                          نوع المتغير طبقة
Dim pfly As IFeatureLayer   نوع المتغير فئة ظواهر خطية
Dim pGxDataset As IGxDataset  نوع المتغير قاعدة بيانات

Dim pFields As IFields                        نوع المتغير حقل
Dim rLayer As IRasterLayer     نوع المتغير طبقة خلوية
```

ويمكن عرض مثالاً لنصين برمجيين، الأول خاص بفتح ملف صورة، والنص الثـاني خـاص بفـتح خريطة من إنتاج برنامج نظم المعلومات الجغرافية:

- النص الأول خاص بالتعامل مع الصور:

```
Image1.Picture = LoadPicture (File1.Path & "\" & File1.FileName)
```

- النص الثاني خاص بالتعامل مع خرائط نظم المعلومات الجغرافية:

```
MapControl1.LoadMxFile (File1.Path & "\" & File1.FileName)
```

نلاحظ أن الفرق بين النصين البرمجيين واضح في البداية، حيث حدد كل واحد منهما الكائن الهـدفي المستهدف، ثم أسند إليه تحميل الملف المطلوب، ففي النص البرمجي الأول تم تحديد صـورة (loadPicture)، ولكن في النص البرمجي الثاني تم تحديد ملف (loadMxFile) وهذا النوع مـن الملفـات يخـتص بجميـع الامتدادات التي يتعامل معها برنامج نظم المعلومات الجغرافية، وهناك نصوص برمجية كثيرة يجب على كـل مبرمج يريد أن يتعامل مع برمجة نظم المعلومات الجغرافية أن يعرفها ويعرف خصائصها واستخداما ا، حـتى

يستطيع أن ينشئ برنامج يتعامل مع مكونات برنامج نظم المعلومات. وقبل تصميم البرنامج لابد من تحديد المتطلبات الأساسية بدقة.

٤,٥ تصميم الواجهة البرمجية لاستعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي

يتطلب الأسلوب العلمي في تصميم أي برنامج أن يتم أولاً تحديد الخطوط الرئيسة المطلوبة، وكذلك تحديد الكائنات الهدفية التي سوف تستخدم. وهناك عدة مراحل تمر فيه عملية تصميم البرنامج وهي علـى النحو التالي:

٤,٥,١ مرحلة تحديد الهدف من تصميم البرنامج

في هذه المرحلة لابد من تحديد الهدف الذي من أجله تم تصميم البرنامج، وهو اسـتعراض الخـرائط ذات العدد الكثير التي يصعب استعراضها بأسلوب التصفح اليدوي، حيث يتم استعراضها بطريقة العـرض التتابعي بحيث تعرض الواحدة تلو الأخرى حتى يتمكن المستخدم من رؤية التغير الذي يحدث من خريطة إلى أخرى، وكذلك وضع تقويم من يمكن خلاله جلب أي خريطة من خلال تاريخ حدوثها بكل يسر وسهولة.

٤,٥,٢ مرحلة تحديد المكونات الهدفية

في هذه المرحلة لابد من تحديد المكونات الهدفية التي سوف يحتاجها البرنامج، شـكل رقـم (٤٣)، وكل كائن هدفي له مهمة خاصة يقوم ا وهي على النحو التالي:

١) المكون البرمجي الخاص بالتحكم في عرض الخريطة (PageLayoutControl)

هو مكون هدفي خاص بنظم المعلومات الجغرافية ويمكن من خلاله التحكم بعرض الخرائط فهو لديه القدرة على قراءة الخرائط المنتجة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية.

٢) المكون البرمجي الخاص بالتحكم في زمن العرض (المؤقت)، (Timer)

المؤقت فهو مكون هدفي من مكونات الفيجوال بيسك، ويمكن للمبرمج استخدامه في كـثير مـن العمليات البرمجية المرتبطة بالزمن ، والمدى الزمني لهذا المكون من (١ ثانية) إلى (٦٥,٥دقيقـة ونـصف الثانية)، وسوف يستخدم هذا المكون في عرض الخرائط بشكل تتابعي خلال فترة زمنيـة معينـة يحـددها المستخدم.

٣) المكون البرمجي الخاص التقويم (Calendar)

فهو خاص بالتاريخ، وسيتم الاستفادة منه في تسهيل إظهار الخريطة بمجرد تحديد تاريخ حدوثها.

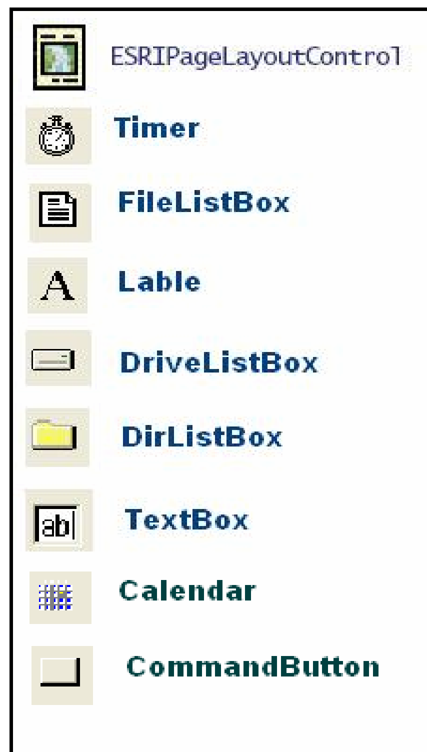
٤) المكونات البرمجية الخاص بتحديد مسار الملف المطلوب(DirListBox. DriveListBox. FileListBox.)
فكلها مكونات تسهل في عملية تحديد مسار الملف المستهدف.

٥) المكون البرمجي الخاص بوضع نص وصفي (Lable)
مكون نصي يستخدم للكتابة، كلوحة إرشادية على الواجهة للمستخدم.

٦) المكون البرمجي الخاص بإدخال نصوص كتابية (TextBox)
وهو مربع نص ويمكن من خلاله إدخال البيانات سوءً كانت حرفية أو رقمية.

٧) المكون البرمجي الخاص بشريط العرض (Slidebar)
وهو شريط ممتد يمر من خلاله مؤشر صغير يتماشى مع فترة العرض

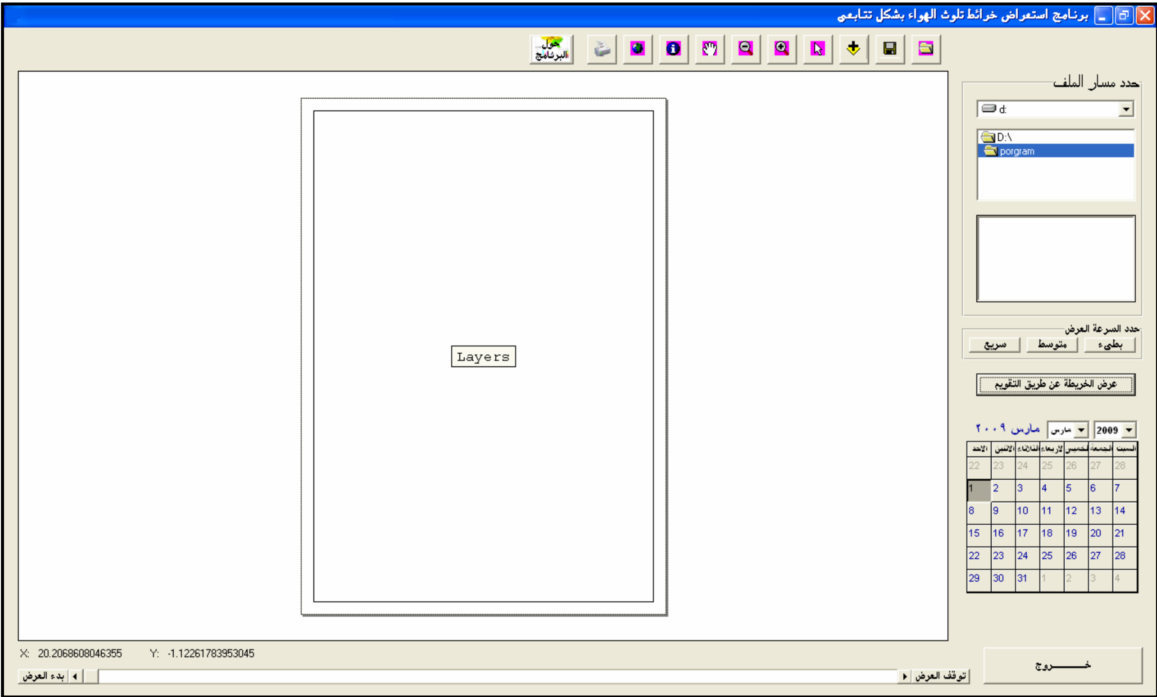
٨) المكون البرمجي الخاص بإعطاء أوامر التنفيذ (Command)
وهو عبارة عن إيقونة يتم ضغطه لتنفيذ مهمة برمجية معينة، ويمكن أن تحمل أوامـر خاصـة بـنظم المعلومات الجغرافية من خلال مكتبة آرك أوبجكتس البرمجية مثل أمر الاسـتعلام (Identify)، والتكـبير (Zoom In)، و تحريك (Pan).



شكل رقم (٤٣): المكونات الهدفية المستخدمة في المشروع (المصدر: عمل الباحث)

٤,٥,٣ مرحلة إضافة المكونات الهدفية على الواجهة البرمجية

يجب وضع المكونات الهدفية على الواجهة البرمجية بطريقة منظمة، وتوزيعها على الواجهـة البرمجيـة بشكل يساعد المستخدم على الوصول إليها بكل يسر وسهولة، ووضع الأيقونات (أزرار الأوامر) بـشكل متناسق يتناسب مع المكونات الهدفية الأخرى المرتبطة ا، فمثلاً وضع أيقونات الأوامر البرمجية مثل التكـبير (Zoom In)، و إضافة بيانات (Add Data)، والاستعلام (Identify)، بشكل واضح وقريبة مـن عـرض الخريطة (PageLayoutControl)، وهكذا بالنسبة لباقي المكونات الهدفية، شكل رقم (٤٤).



شكل رقم (٤٤): المكونات الهدفية على الواجهة المصاغة (المصدر: عمل الباحث)

٤,٥,٤ مرحلة كتابة النصوص البرمجية

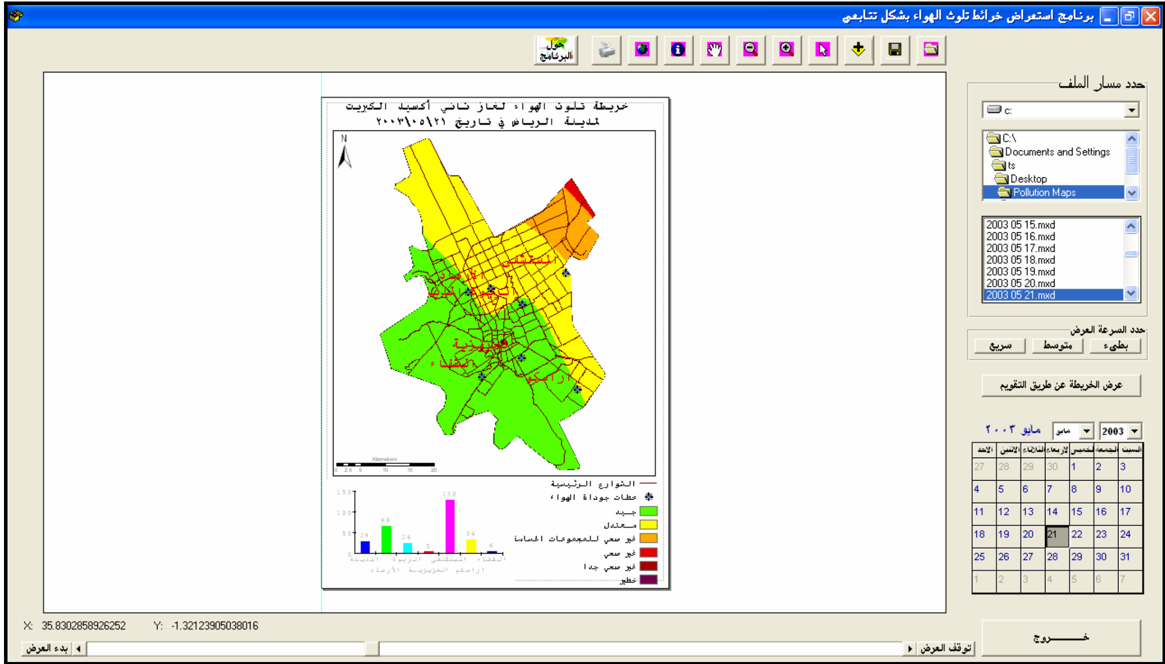
تعد هذه المرحلة من أهم المراحل وأعقدها، وتحتاج دقة ومعرفة تامة في أسس وأصول كتابة الشفرات البرمجية، فالمبرمج يكتب بلغة يفهمها الحاسب ويتفاعل مع رغبات المستخدم، ورغم أن الأسس واحـدة في برمجة البرامج، إلا أن الصعوبة تكمن بأن لكل برنامج نصوصاً برمجية (Codes) خاصة به تختلف عن البرامج الأخرى -كما ذكرنا سابقاً.

فبعد تعريف كل مكون هدفي بالمهمة المناطة فيه، وأهم مكونين هدفيين في البرنـامج همـا المؤقـت (Timer)، والتقويم (Calendar)، لأن الأول مهمته استعراض الخرائط الواحدة تلو الأخرى كل ثانية، والثاني

مهمته جلب أي خريطة من خلال تاريخها. ويتم التخاطب مع المؤقت (Timer)، من خلال النص البرمجي، أنظر الملحق رقم (١).

٤,٥,٥ مرحلة اختبار البرنامج

يعطي برنامج الفيجوال بيسك المبرمج إمكانية اختبار برنامجه قبل تحويله إلى برنامج تنفيذي (exe.). وكل هذا من أجل تلافي الأخطاء التي تحدث في طور التصميم. وتتم عملية الاختبار من خلال الضغط على أيقونة التنفيذ (Run)، فيتحول البرنامج إلى برنامج تنفيذي بشكل مؤقت، وهكذا يستطيع المبرمج التأكد من سلامة برنامجه من الأخطاء قبل تحويله إلى برنامج تنفيذي بشكل ائي. ومن البديهي أن يصاحب تصميم أي برنامج أخطاء، وفي هذه الحالة يجب على المبرمج حل هذا الخطأ، وتكرار المحاولة في تصحيح الأخطاء البرمجية، ولقد تعرض الباحث إلى العديد من الأخطاء البرمجية التي أخذت الوقت الكبير في تصحيح هذه الأخطاء، حتى تحقيق الهدف الذي من أجله تم تصميم البرنامج ، وحتى يظهر البرنامج في شكله النهائي، شكل رقم (٤٥).

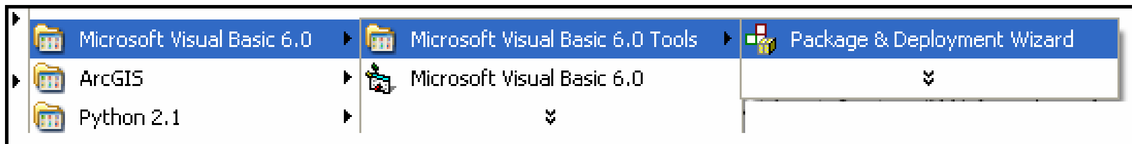


شكل رقم (٤٥): المخرج النهائي للعمل بعد التنفيذ (المصدر: عمل الباحث)

٤,٥,٦ مرحلة جميع وتحويل الواجهة البرمجية إلى برنامج تنفيذي

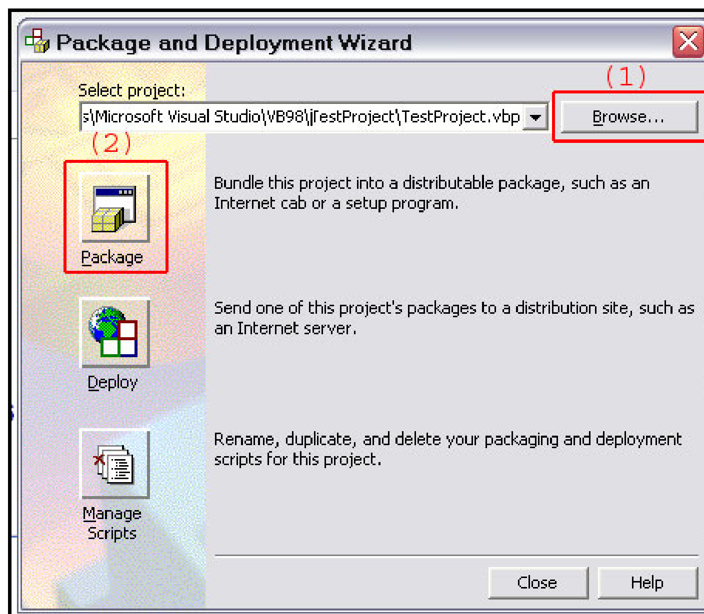
ما يميز الفيجوال بيسك (Visual Basic)، عن الفيجوال بيـسك التطبيقـي (Visual Basic For Application)، المرفق مع حزمة برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS)، هو أن الأول يستطيع المبرمج من خلاله حزم وتجميع وتحويل الواجهة البرمجية إلى برنامج تثبيت (Setup)، قابل للتنصيب على أي جهـاز آخر. وهي المرحلة النهائية في تصميم أي واجهة برمجية حيث يصل لها المبرمج بعد سلسلة من المراحـل (تم التطرق لها)، وتتم عملية حزم وجمع وتحويل برنامج إلى برنامج تثبيت خلال العمليات الخمس التالية:

١) فتح خيار (Package & Deployment Wizard) الموجود من ضمن حزمة الفيجوال بيسك، شكل رقم (٤٦).



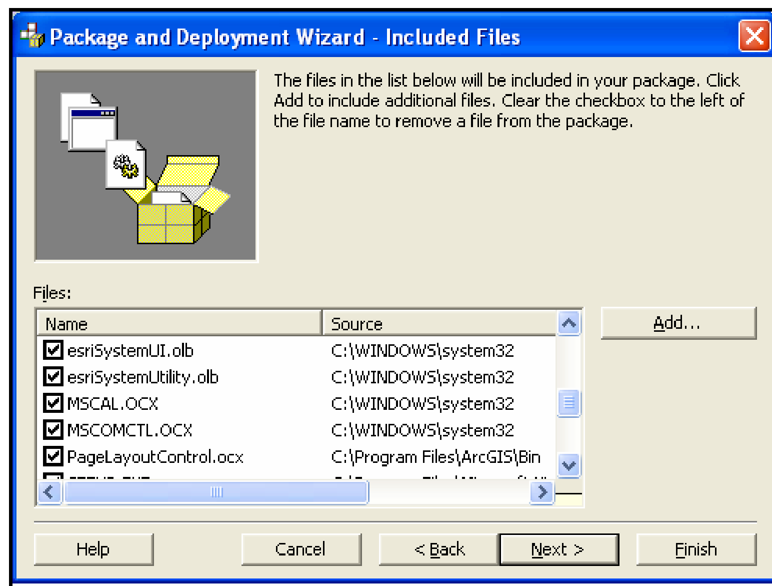
شكل رقم (٤٦): فتح خيار (Package & Deployment Wizard) (المصدر: عمل الباحث)

٢) تحديد مكان المشروع من خلال النافذة التالية، ثم الضغط على (Package)، شكل رقم (٤٧).



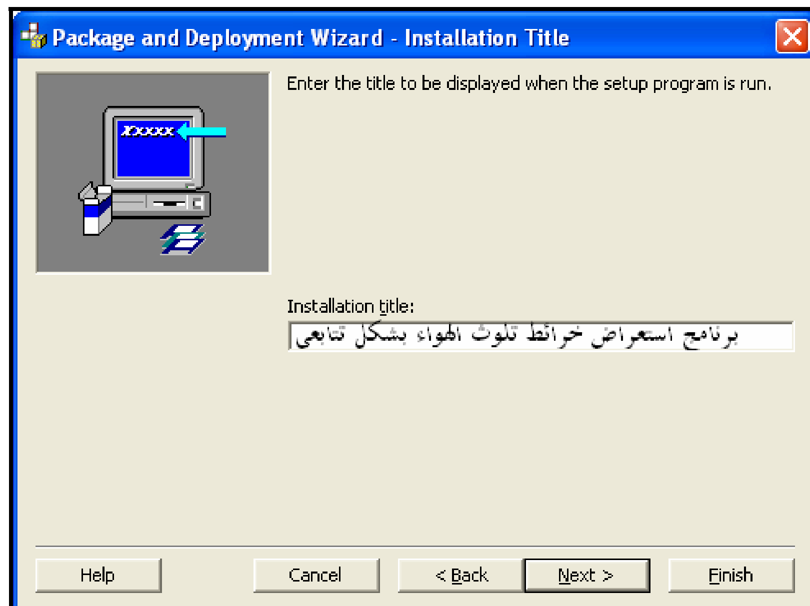
شكل رقم (٤٧): نافذة (Package) مرحلة جمع وحزم البرنامج (المصدر: عمل الباحث)

٣) تحديد الملفات المطلوبة لتشغيل برنامج، وهذه الخطوة مهمة؛ لأن أي نقص في الملفات سوف يؤدي إلى فشل عند التثبيت، شكل رقم (٤٨).



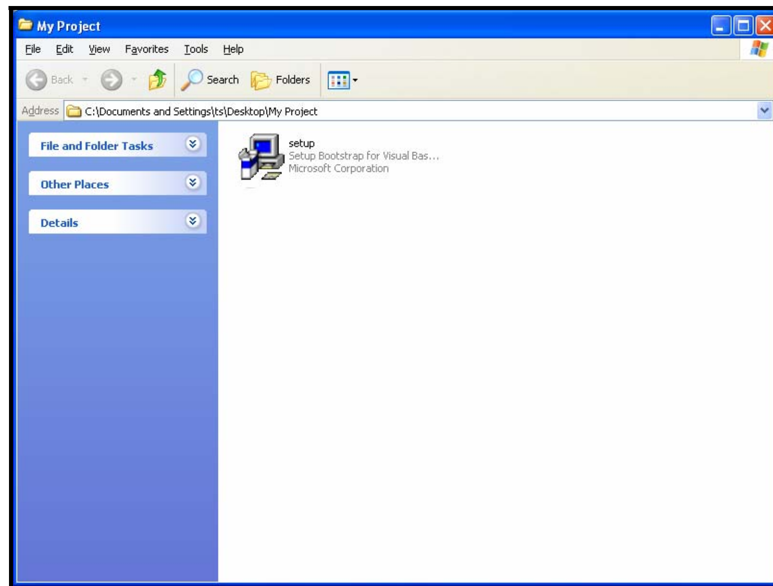
شكل رقم (٤٨): الملفات المطلوبة لشغيل برنامج (المصدر: عمل الباحث)

٤) تسمية المشروع باسم معين، وقد اختار الباحث اسم المشروع (برنامج استعراض خرائط تلوث الهـواء بشكل تتابعي)، شكل رقم (٤٩).



شكل رقم (٤٩): نافذة كتابة اسم برنامج (المصدر: عمل الباحث)

٥) آخر عملية وهي الانتهاء من إعدادات عمل المشروع بالضغط على كلمة الإ اء (Finish)، بعدها يبـدأ البرنامج بحزم وتجميع الملفات المطلوبة مشكلاً ملف تثبيت (Setup)، شكل رقم (٥٠).



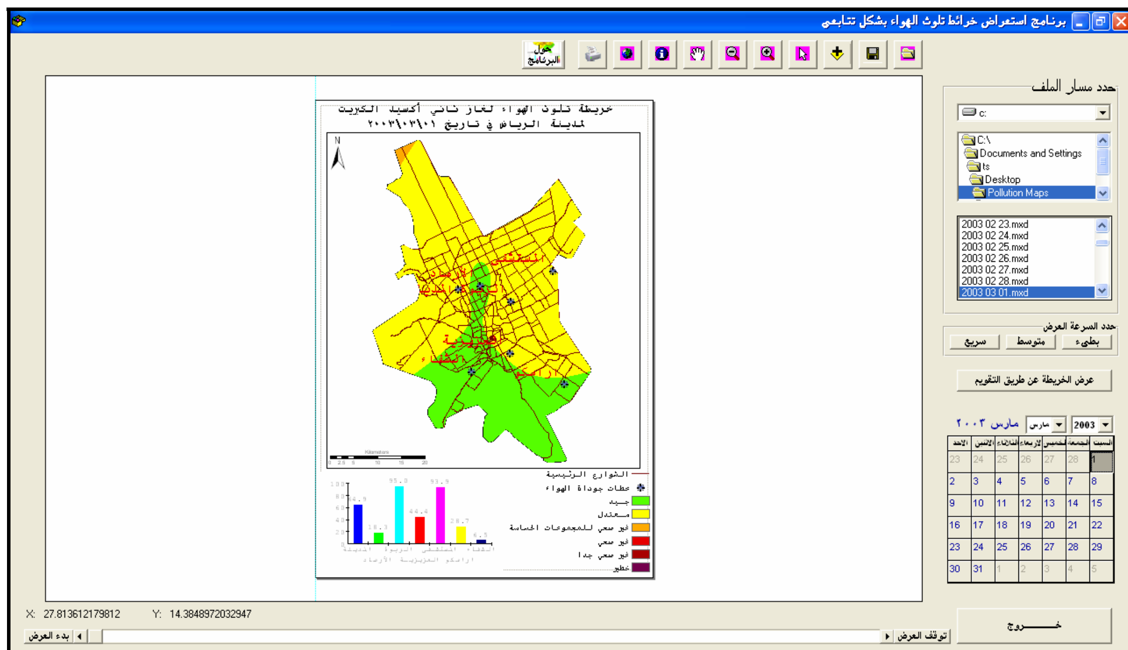
شكل رقم (٥٠): برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء كبرنامج تنفيذي (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦ طريقة التعامل مع برنامج (استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي)

بعد تحقق الهدف الأساسي من تصميم البرنامج وهو استعراض خرائط تلوث الهواء بطريقة تتابعيه، فالآن يمكن التعامل مع البرنامج، فالبرنامج يحتوي على العديد من الأيقونات والأدوات التي تساعد المستخدم وتجعله يتفاعل مع هذه الخرائط الكثيرة، فبعد تثبيت (Setup)، برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي، كما في شكل رقم (٥١)، سوف يكون البرنامج ضمن قائمة البرامج المثبتة على جهاز الحاسب الآلي، وعند النقر عليه سوف تظهر النافذة الرئيسة للبرنامج، شكل رقم (٥٢)، وهذه النافذة تتكون من عدة أوامر، وهي على النحو التالي:



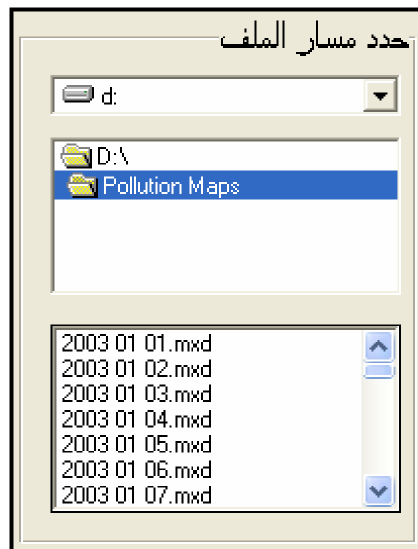
شكل رقم (٥١): تثبيت البرنامج على الجهاز (المصدر: عمل الباحث)



شكل رقم (٥٢): واجهة المصاغة على الجهاز (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,١ تحديد مسار الملف

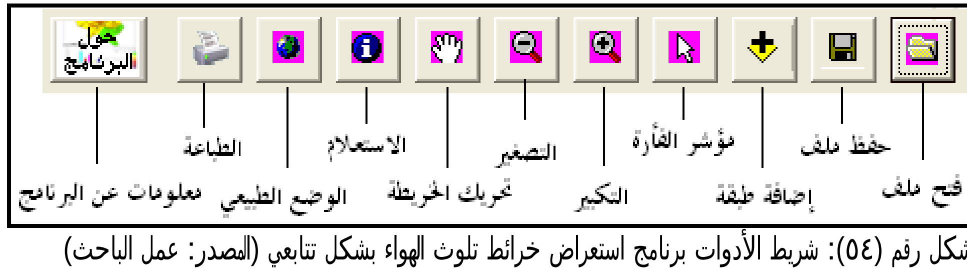
ومن خلال هذه النافذة يستطيع المستخدم الوصول إلى مكان الملد الذي يحتوي على ملفات خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت، شكل رقم (٥٣).



شكل رقم (٥٣): الجزء الخاص بتحديد مسار الملف (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,٢ شريط الأدوات

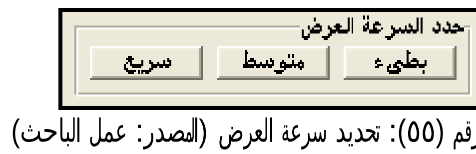
ويضم هذا الشريط العديد من أزرار الأوامر التي تساعد المستخدم على التفاعل مع الخريطة من خلال الاستعلام والتكبير والتصغير، وإضافة طبقات أخرى، وفتح وحفظ الملف وطباعة الخريطـة، شـكل رقـم (٥٤).



شكل رقم (٥٤): شريط الأدوات برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,٣ تحديد سرعة العرض

يستطيع المستخدم اختيار سرعة العرض المطلوبة من خلال الأيقونات الثلاث وهي: سريع – توسط– بطيء، شكل رقم (٥٥).



شكل رقم (٥٥): تحديد سرعة العرض (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,٤ التقويم

يساعد التقويم المستخدم على جلب أي خريطة من خلال تحديد تاريخها، ويكون على المستخدم تحديد سنة وشهر ويوم حدوث الخريطة فتظهر أمامه، شكل رقم (٥٦).

عرض الخريطة عن طريق التقويم

مارس ٢٠٠٩ | مارس | 2009

الاحد	الاثنين	الثلاثاء	الاربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

شكل رقم (٥٦): التقويم (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,٥ شريط العرض التلقائي

وهو شريط ممتد يمر من خلاله مؤشر صغير يتماشى مع فترة العرض، ويستطيع المستخدم من خلاله معرفة الفترة الزمنية للعرض، وفي بداية الشريط توجد أيقونة (بدء العرض)، وفي ايته أيقونة (توقف العرض)، يستطيع المستخدم بدء وإيقاف العرض متى شاء، شكل رقم (٥٧).

شكل رقم (٥٧): شريط العرض التلقائي (المصدر: عمل الباحث)

٤,٦,٦ حول البرنامج

يحتوي البرنامج على معلومات عامة عن البرنامج، مثل عدد الإصدار وتاريخه والهدف منه وتوضـيح الحقوق الفكرية للبرنامج، واسم مصمم البرنامج، وطريقة التواصل والحصول الدعم الفني، شكل رقم (٥٨). وتعد الخطوات السابقة عرض مختصر لطريقة التعامل مع البرنامج ومعرفة مكوناته.

شكل رقم (٥٨): محتويات ومعلومات حول البرنامج (المصدر: عمل الباحث)

الفصل الخامس

النتائج: ومناقشتها وخاتمتها وتوصيا ا

٥,١ مقدمة

يتناول هذا الفصل تقيم برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الرياض بواسطة البرنامج الذي تم تصميمه من أجل هذا الغرض، وسوف يركز الفصل على مناقشة طبيعة الاستعراض وأداء البرنامج المصاغ؛ فالبرنامج يحتوي على عدد كبير من خرائط تلوث الهواء (٣٦٥ خريطة) فإنه من المستحيل عرض هذا الكم الكبير خلال هذا الفصل بل سيتم اختيار خرائط معينة كأمثلة نستدل من خلالها على قدرة العملية الاستعراضية على كتشاف المعلومات من خلال هذه العرض المرئي، علماً أن جميع الخرائط سوف تكون مرفقة في قرص مدمج (CD-ROM)، ويلي ذلك عرض للخاتمة التي شملت أهم النتائج وأبرز التوصيات.

٥,٢ تقيم البرنامج المقترح لاستعراض خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت.

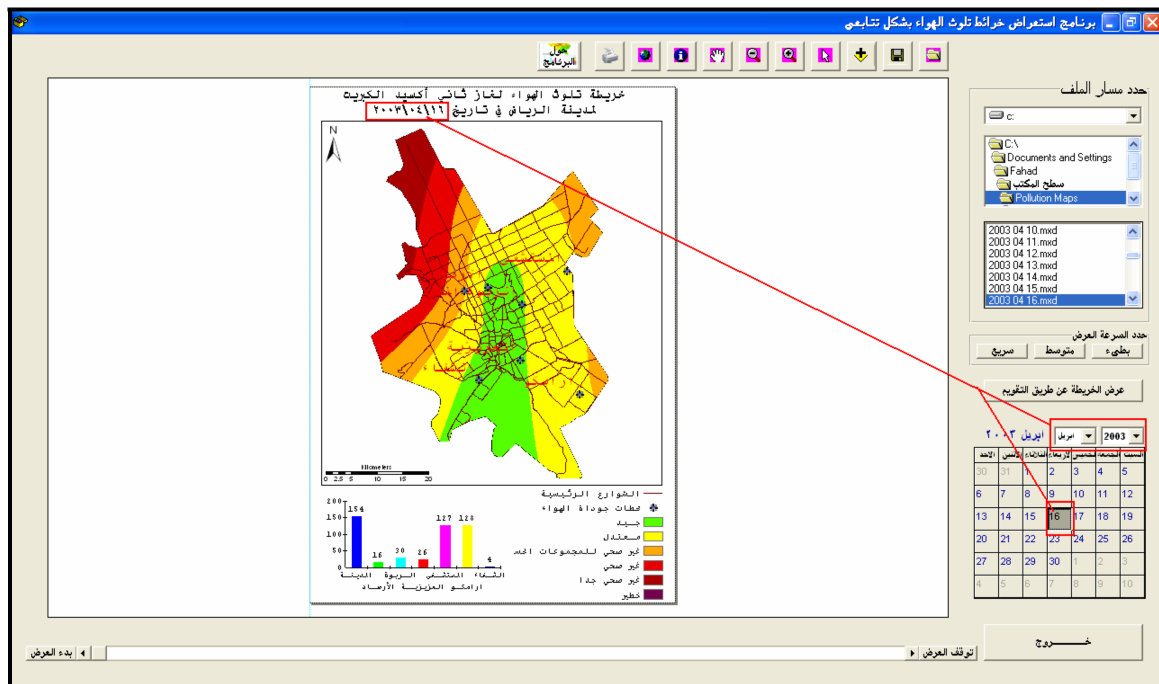
قدم البرنامج المصاغ لاستعراض خرائط التلوث العديد من الخيارات التي ساعدت المستخدم على اكتشاف وتحليل البيانات الزمنية المكانية المخزنة في قواعد البيانات بأسلوب تقني ساعد على إيصال المعلومة بكل يسر وسهولة من خلال ترتيب البيانات وحفظها وعرضها، وتحليلها من واقع مرئي وليس إحصائي، وستناقش الدراسة أداء البرنامج من جانبين هما: الجانب الأول وهو تقنية البرنامج ومدى تفاعلها مع رغبات المستخدم، والجانب الثاني التحليل المرئي من واقع عملية الاستعراض التتابعي المتوفر داخل البرنامج ومدى قدرته على تحريك الأحداث الزمنية وتحليلها من هذا الواقع.

٥,٢,١ الجانب التقني

يتناول هذا الجانب تقنية البرنامج المصاغ ومدى قدرته على تلبية رغبات المستخدم، وبذلك تحاول الدراسة الوصول إلى تحقيق مستوى الرضى لدى المستخدم من خلال الإمكانيات المتوفرة داخل البرنامج، ويضم البرنامج العديد من المميزات التقنية، ويمكن استعراضها على النحو التالي:

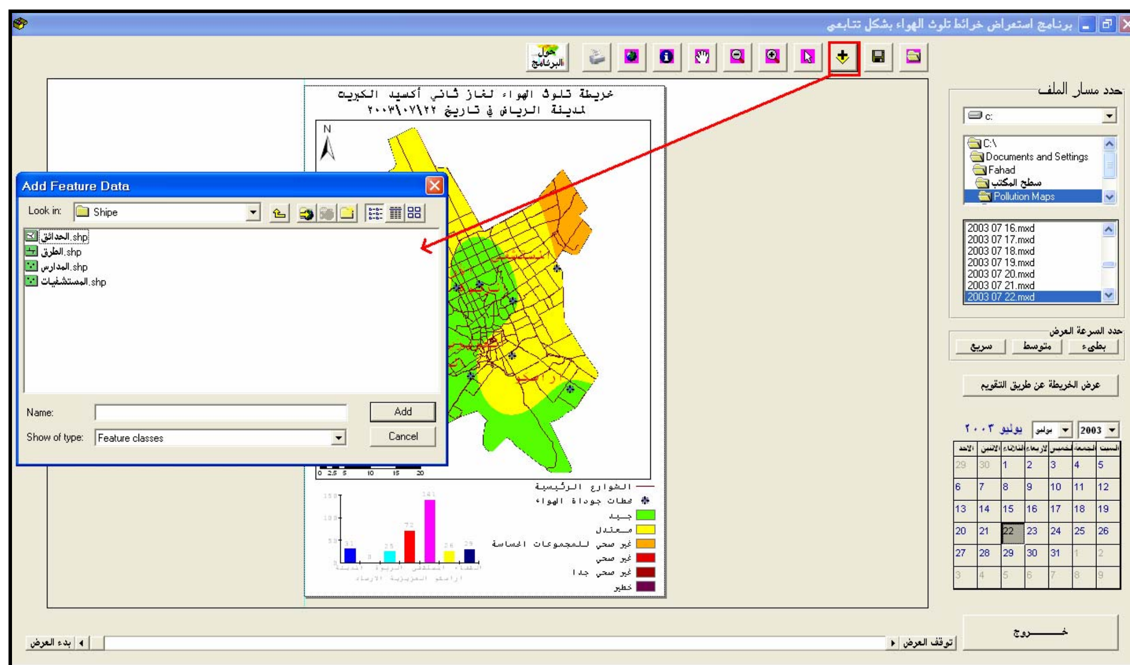
أولاً: ساعد البرنامج المستخدم على حفظ خرائط تلوث الهواء الكثيرة البالغة (٣٦٥) خريطة واسـترجاعها بطريقة سهله، وهي ميزه التقويم الغير موجودة من ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية، حيث تم أخذ هذا المكون الهدفي من برنامج فيجوال بيسك (٦) وضمه إلى البرنامج المصاغة، حيث سهل على المستخدم حفظ الخرائط بكمها الكبير وتخزينها بأسلوب الأرشفة، وعرضها من خلال تحديد تاريخ على التقويم المرفق، شكل رقم (٥٩)، التي سهلت الوصول إلى أي خريطة خلال أي سنة عند الحاجة بكل يسر وسهول دون البحث داخل هذه الكم الكبير من الخرائط، مع الأخذ في الاعتبار أن هذه الخرائط هي خرائط سنة واحدة لنـوع واحد وهو غاز ثاني أكسيد الكبريت لعام (٢٠٠٣م)، حيث ولدت هذا الكم، فلو تم تصميم خرائط تلوث الهواء تضم جميع أنواع الغازات الملوثة للجو، ولعدة سنوات، فإن السؤال الذي يتبادر إلى الذهن هنا:كـم سيكون عدد الخرائط؟.

فمن المؤكد سيكون عددها بالآلاف وهنا تكمن مشكلة استعراضها بالطرائق التقليدية (الورقيـة)؛ ولكن مع وجود هذه الميزة حتماً سيقل وطء هذه المشكلة، لأن التقويم قادر على إدار ا بكل فاعلية، فمـا على المستخدم إلا تحديد تاريخ ذالك اليوم لعرض خريطته دون عناء.



شكل رقم (٥٩): عرض الخريطة بواسطة التقويم (المصدر: عمل الباحث)

ثانياً: منح البرنامج حرية للمستخدم في إضافة طبقات أخرى على عملية الاستعراض التتابعي، فقد يرغب المستخدم رؤية علاقة هذه الطبقات بتلوث الهواء، لذا يحتاج المستخدم رؤية تحرك تلوث الهواء ويكتشف أثر الظواهر الجغرافية الأخرى - سواء كانت ظواهر بشرية أم ظواهر طبيعية - بصرياً، فربما احتاج المستخدم إضافة طبقة مواقع المستشفيات (مثلاً) من أجل رؤية حجم تلوث الهواء فوق هذه المواقع التي تحتاج أجواء صحية، فمن خلال أيقونة (AddData)، الموجودة ضمن شريط المهام على واجهة البرنامج تمكن المستخدم من إضافة طبقات الظواهر الجغرافية ورؤية علاقتها بظاهرة التلوث خلال فترة الاستعراض، شكل رقم (٦٠).

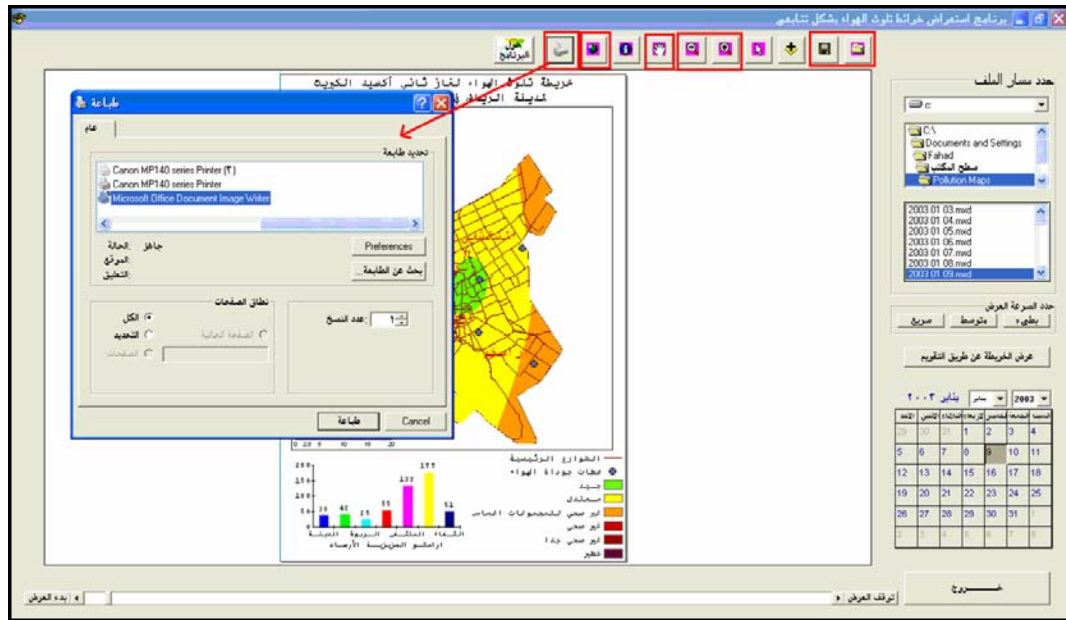


شكل رقم (٦٠): إضافة طبقات أخرى خلال فترة الاستعراض (المصدر: عمل الباحث)

ثالثاً: يضم البرنامج من ضمن شريط المهام إيقونة الاستعلام (Identify)، وهي أداة معروف لدى مستخدمي برنامج آرك ماب (ArcMap)، وهي تساعدهم على التعرف على محتويات طبقات الظواهر الجغرافية ومن خلال وضع مؤشر الفأرة على الرمز (i) على الظاهرة المراد الاستعلام عنها، وتم الاستفادة من هذه الميزة في البرنامج المصاغ حتى تساعد المستخدمين في على التعرف على الطبقات الموجودة أثناء الاستعراض، فقد يرى المستخدم خلال فترة الاستعراض التتابعي هناك تركز للتلوث في جزء ما على الخريطة، ويحتاج معرفة أسماء الظواهر الجغرافية المحيطة حول هذا التركز، فمن خلال هذه الميزة يستطيع معرفة هذه الظواهر سواء كانت مرافق عامة، أو طبقة شوارع أو غير ذلك، شكل رقم (٦١).

شكل رقم (٦١): الاستعلام عن الظواهر الجغرافية داخل البرنامج (المصدر: عمل الباحث)

رابعاً: يوفر البرنامج بعض الأيقونات التي رأى مصمم البرنامج من الواجب توفيرها للمستخدم وتـضمينها شريط المهام، وهي محاولة لتعزيز مفهوم الخرائط التفاعلية من خلال توفير بعض الأيقونات التي من شـأنها تلبية احتياجات المستخدم مثل، أيقونة فتح ملف (Open File)، وحفظ ملف (Save File)، وتكبير (Zoom In)، وتصغير (Zoom Out)، والرجوع للوضع الطبيعي (Full Extent)، والطباعة (Printer)، وكلها أدوات يحتاجها المستخدم في كثير من الأحيان أثناء فترة تعامله مع مثل هذه البيانات، فربما يحتاج المستخدم حفـظ خريطة واحدة أو مجموعة خرائط متفرقة داخل قرص خارجي، أو ربما يحتاج المستخدم تفحـص الظـواهر الجغرافية الموجودة على الخريطة، فمن خلال تكبير الخريطة يستطيع رؤيتها بدقة أكبر. كذلك هناك أيقونـة الطباعة التي قد يحتاجها المستخدم لطباعة خريطة لتضمينها تقريراً معيناً، شكل رقم (٦٢).



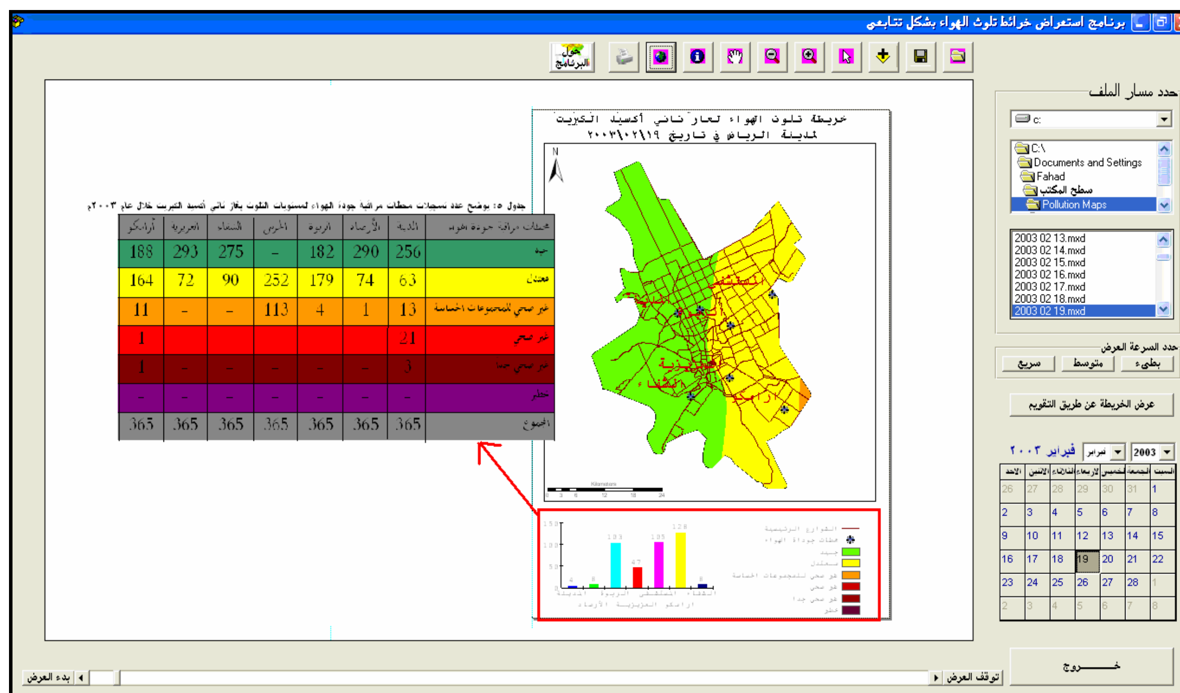
شكل رقم (٦٢): أدوات البرنامج التي تسهل عمل المستخدم (المصدر: عمل الباحث)

خامساً: حرص الباحث على وضع نقطة تواصل بينه وبين المستخدمين، فمن خلال أيقونة (للدعم الفني أضغط هنا)، شكل رقم (٦٣)، حيث تظهر نافذة موضح عليها البريد الكتروني للداعم الفني (الباحث) يظهر بريده الإلكتروني، ويستطيع المستخدم من خلاله كتابة رسالة وإرسالها، و ذا تجعل الباحث يتفاعل مع المستخدمين، فيقدم لهم الدعم المطلوب فور علمه بالمشكلة، وربما تحمل هذه الرسائل اقتراحات تساعد في تطوير البرنامج مستقبلاً.

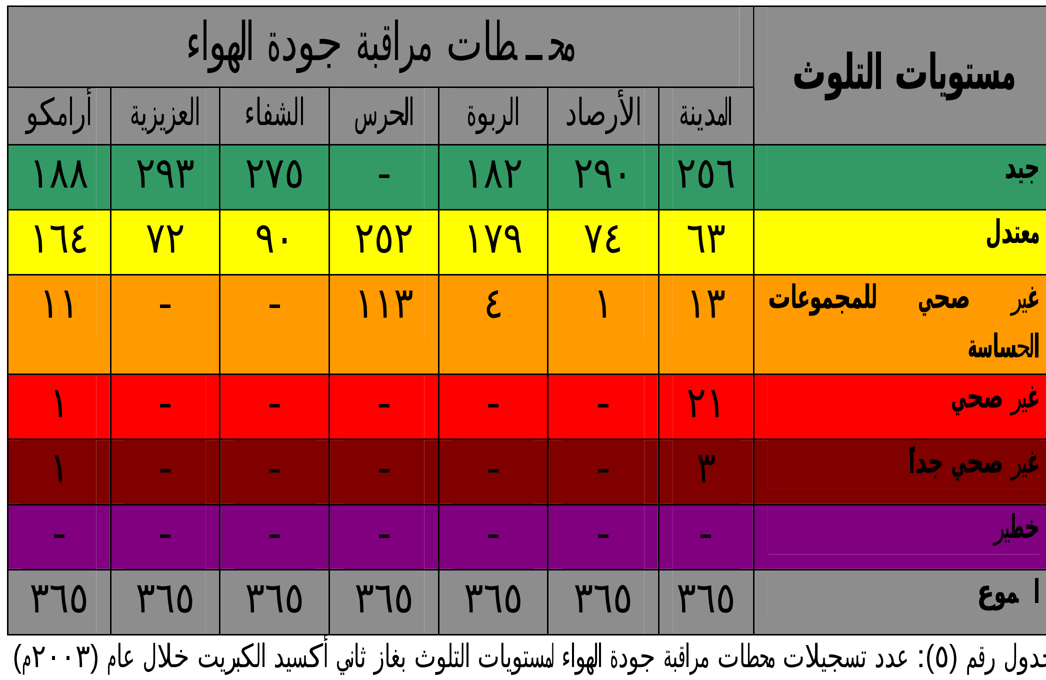


شكل رقم (٦٣): أيقونة الدعم الفني (المصدر: عمل الباحث)

سادساً: جعل البرنامج المستخدم يستخلص جداول يوضح التسجيلات اليومية لكل محطة من خلال الرسم البياني المرفق مع كل خريطة، جدول رقم (٥)، ومثل هذه الرسم البياني يساعد على المقارنـة بـين محطات مراقبة جودة الهواء، حيث ساعد على تصنيف أيام سنة (٢٠٠٣م)، بناءً على مستويات تلوث الهواء الستة، فأعلى التسجيلات على مستوى الجيد، وأعلى نسبة تسجيلات في هذا المستوى محطة العزيزيـة، ثم يليها المستوى المعتدل، وأعلى محطة هي محطة مستشفى الحرس الوطني بعـدد (٢٥٢) تـسجيل، ثم يليهـا المستوى غير الصحي للمجموعات الحساسة، وأعلى محطة فيها كذلك محطة مستشفى الحرس الوطني بعـدد (١١٣) تسجيل، ثم يليها في المرتبة الرابعة المستوى غير الصحي، وأعلى تسجيل كان من نصيب محطة مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بعدد (٢١) تسجيل ، ثم أخرها المستوى غير الصحي جداً بعدد (٤) وأغلبها كانت كذلك في محطة مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، ولا يوجد أي تسجيل في المستوى الخطير على مستوى جميع محطات مراقبة جودة الهواء، شكل رقم (٦٤). علماً أنه قد يشاهد المـستوى الخطـير علـى الخرائط المشتقة بطريقة إسبلاين مع عدم وجود أي تسجيل لهذا المستوى؛ لأن الباحث لاحظ أن الاشتقاق الذي يحدث بين النقاط المعلومة التي تمثل محطات مراقبة جودة الهواء أقرب لصحة من الاشتقاق الذي يحدث خارج هذه النقاط المعلومة، شكل رقم (٦٥)، وهذا مايفسر ظهور المستوى الخطير على الخريطة المـشتقة رغم عدم وجود تسجيلات لقيم المستوى الخطير في جميع محطات مراقبة جودة الهواء.



شكل رقم (٦٤): تصنيف تسجيلات محطات مراقبة جودة الهواء أيام سنة (٢٠٠٣م) من خلال الرسم البياني (المصدر: عمل الباحث)



مستويات التلوث	محـطات مراقبة جودة الهواء						
	المدينة	الأرصاد	الربوة	الحرس	الشفاء	العزيزية	أرامكو
جيد	٢٥٦	٢٩٠	١٨٢	-	٢٧٥	٢٩٣	١٨٨
معتدل	٦٣	٧٤	١٧٩	٢٥٢	٩٠	٧٢	١٦٤
غير صحي للمجموعات الحساسة	١٣	١	٤	١١٣	-	-	١١
غير صحي	٢١	-	-	-	-	-	١
غير صحي جداً	٣	-	-	-	-	-	١
خطير	-	-	-	-	-	-	-
ا موع	٣٦٥	٣٦٥	٣٦٥	٣٦٥	٣٦٥	٣٦٥	٣٦٥

جدول رقم (٥): عدد تسجيلات محطات مراقبة جودة الهواء لمستويات التلوث بغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام (٢٠٠٣م)



شكل رقم (٦٥): مواقع الاشتقاق داخل/خارج النقاط المعلومة (المصدر: عمل الباحث)

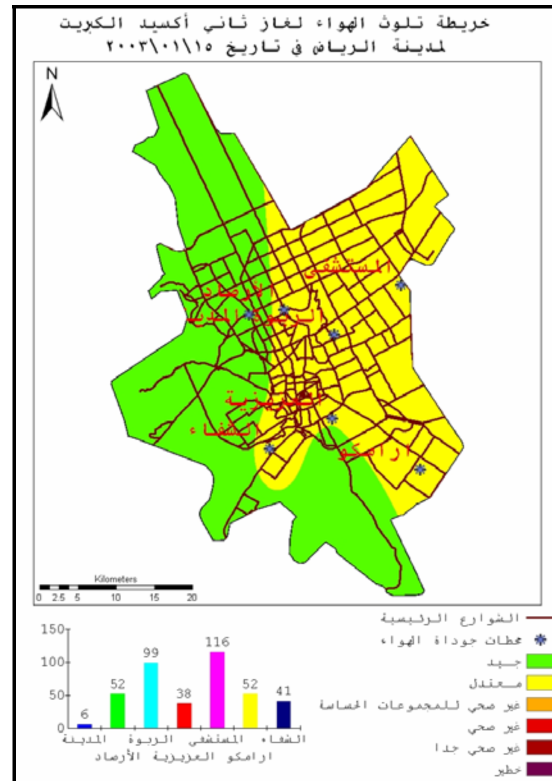
٥,٢,٢ الجانب التحليل المرئي

يركز هذا الجانب على خاصية التحليل المرئي لاستعراض خرائط تلوث الهواء بغاز ثـاني أكـسيد الكبريت أثناء فترة العرض التتابعي، ومن الضروري التنويه أن مدى استيعاب التحليل المرئي يختلـف مـن مستخدم إلى آخر وذلك راجع إلى الخلفية العلمية بالموضوع وعلى الممارسة الدائمة على مثل هذا النوع من التحليل، فقد يعرض هذا العمل على عدة مستخدمين فمن المؤكد أن كل واحد سوف يقدم تحليلاً يختلـف عن الآخر، فهذه تقنية متاحة لكل من استفاد منها في مجال تخصصه. إن البرنامج في هذه الحالة هو محاولـة مساعدة المستخدم على رؤية تحرك تلوث الهواء من يوم إلى آخر وتحليله بصرياً، وستحاول الدراسة تقـديم تحليل مرئي لهذا الاستعراض التتابعي دون الدخول في القضايا المناخية أو الإحصائية.

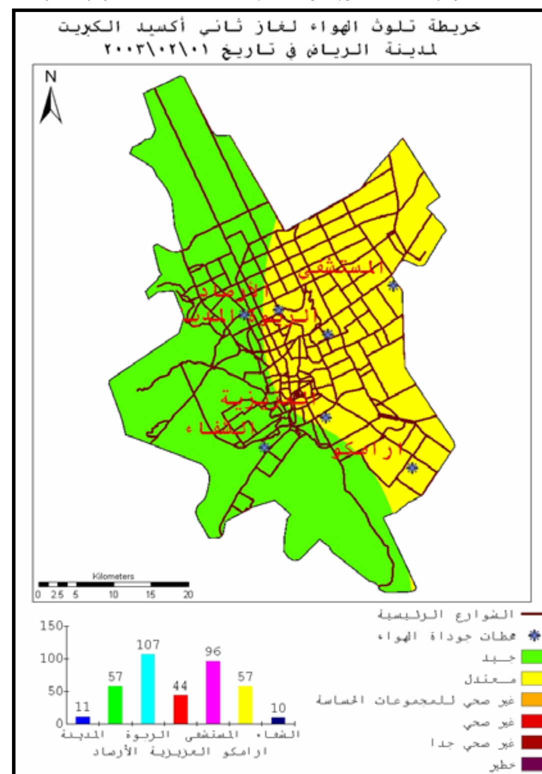
إن استعراض خرائط التلوث بشكل تتابعي من خلال هذا البرنامج يساعد المستخدم على رؤية تغـير توزيع الملوثات من يوم إلى آخر. فهذه التقنية الاستعراضية تضيف البعد الزمني المفقود في الخرائط الساكنة، فمن خلال عرض كل خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي يتم تحريك هذه الظاهرة الزمنية مع ثبات المكـان الذي يمثل مدينة الرياض، وكل خريطة منها تحمل بيانات تختلف عن الأخرى، فهذه الآلية الاستعراضية تتيح للمستخدم ملاحظة تغير ظاهرة تلوث الهواء من يوماً إلى آخر، واكتشاف أنماط تلوث الهواء لكل يوم بكل سهوله عبر تعاقب خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت الواحدة تلو الأخرى.

وسنورد بعض الأمثلة التي توضح قدرة البرنامج على مساعدة المستخدم في اكتشاف بيانات التلوث بشكل مرئي واستثمار الإدراك البصري في التحليل، ومن هذه الأمثلة ما يلي:

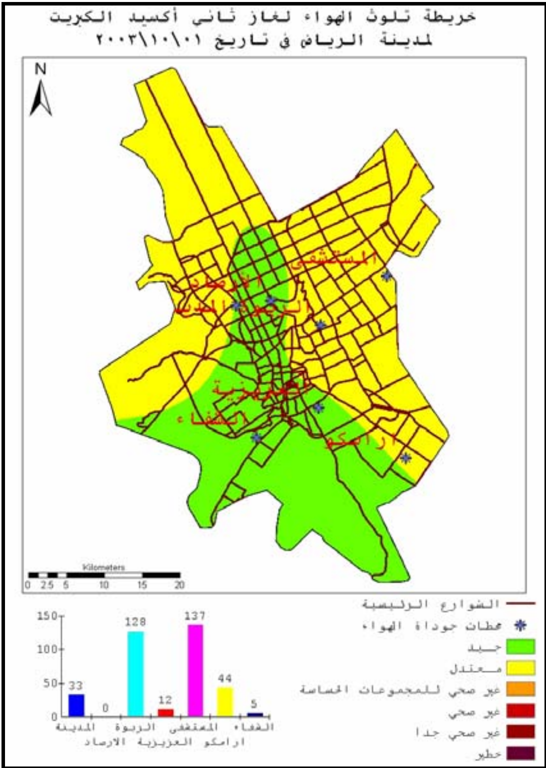
أولاً: يستطيع المستخدم من خلال عملية الاستعراض التتابعي لخرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت من تحديد عدد الأيام الصحية، ونقصد بالأيام الصحية تلك الأيام التي لم يحدث فيها تجاوز لنـسب تلـوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت التي سادت خلال هذه الأيام وهي تمثل المستوى الجيد، والمستوى المعتـدل، وبلغ عدد هذه الأيام حوالي خمسة وأربعين يوماً أغلبها موزعه على شهري يناير وفبراير وعدد أيام قليـل في شهر أكتوبر، شكل رقم (٦٦)، شكل رقم (٦٧)، شكل رقم (٦٨).



شكل رقم (٦٦): يوم من الأيام الصحية خلال شهر يناير

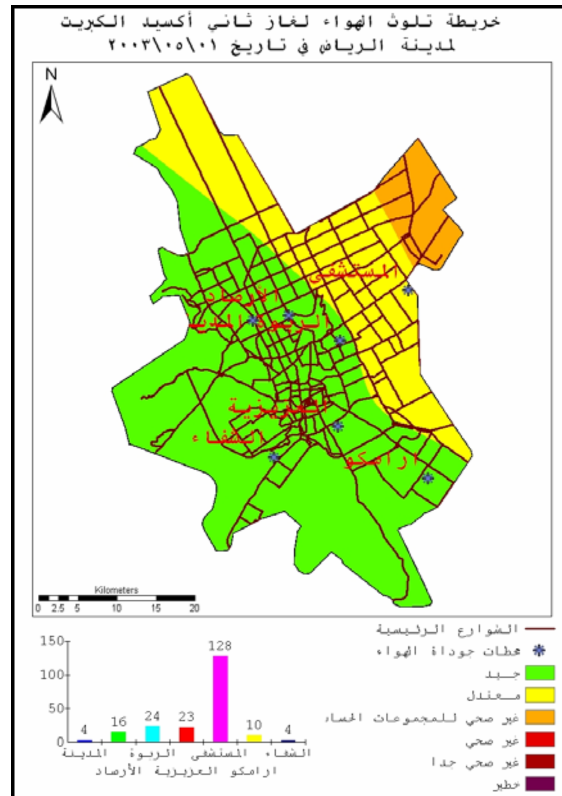


شكل رقم (٦٧): يوم من الأيام الصحية خلال شهر فبراير

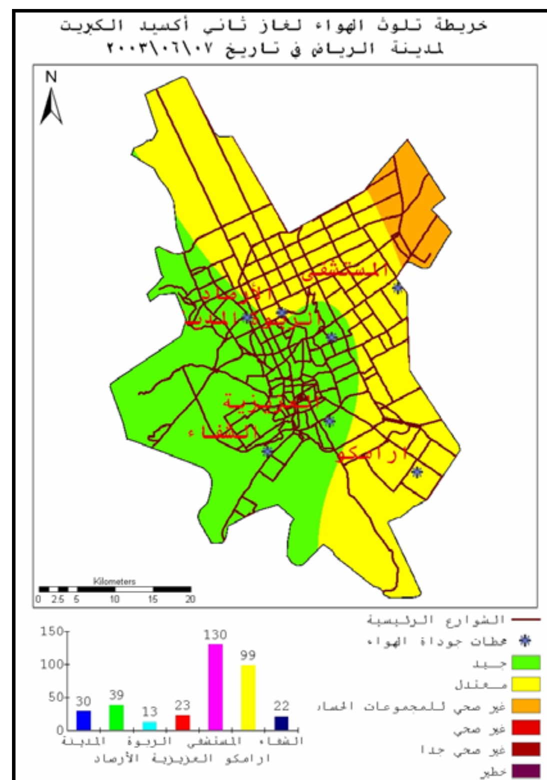


شكل رقم (٦٨): يوم من الأيام الصحية خلال شهر أكتوبر

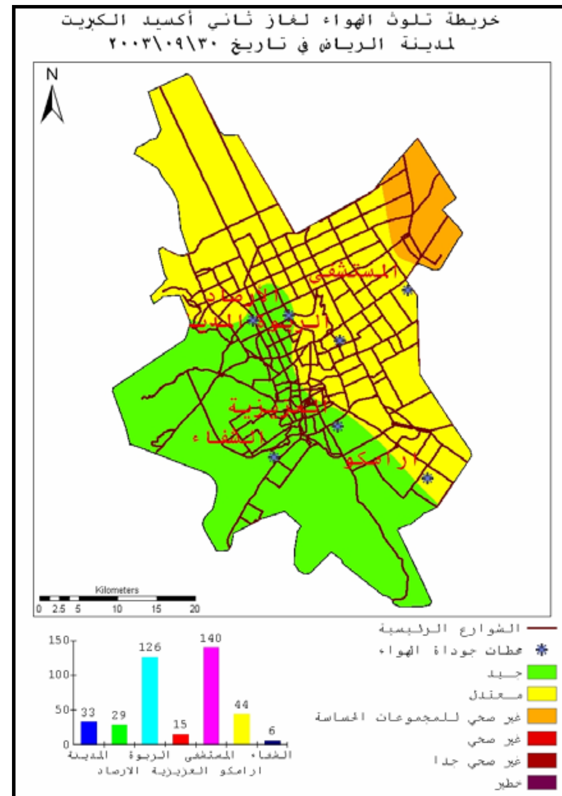
ثانياً: يستطيع المستخدم من خلال عملية الاستعراض التتابعي ملاحظة تركز كبير في تلوث الهواء بغاز ثـاني أكسيد الكبريت في الجهة الشرقية من مدينة الرياض، وملاحظة تكرار هذه الظاهرة خلال عدة أيام متفرقـة في سنة (٢٠٠٣م)، فالتميز البصري للألوان قاد المستخدم إلى تحديد تركز تلوث الهواء؛ لأن لكل مـستوى تلوث لون معين يساعد على استخراج المعلومة التي يصعب ملاحظتها من خلال الأرقام الخام أو العمليـات الإحصائية، شكل رقم (٦٩)، شكل رقم (٧٠)، شكل رقم (٧١)، شكل رقم (٧٢).



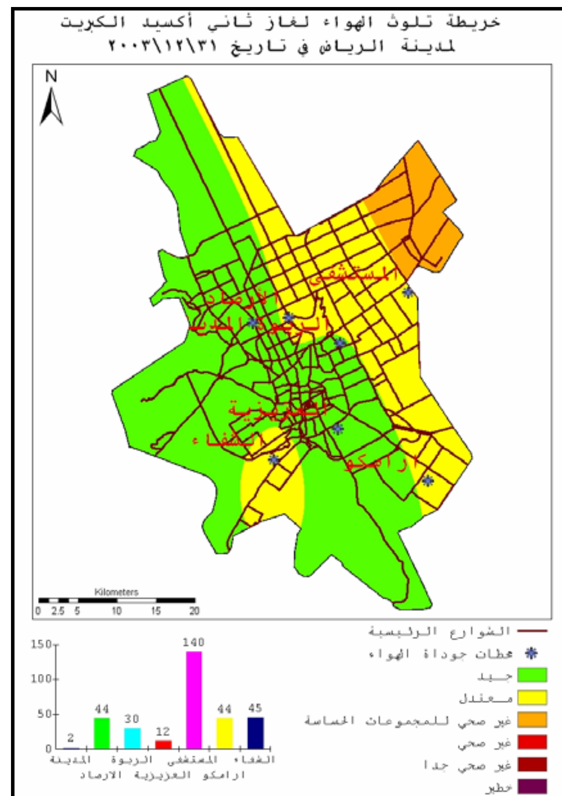
شكل رقم (٦٩): تركز تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في الجهة الشرقية خلال شهر مايو



شكل رقم (٧٠): تركز تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في الجهة الشرقية خلال شهر يونيو

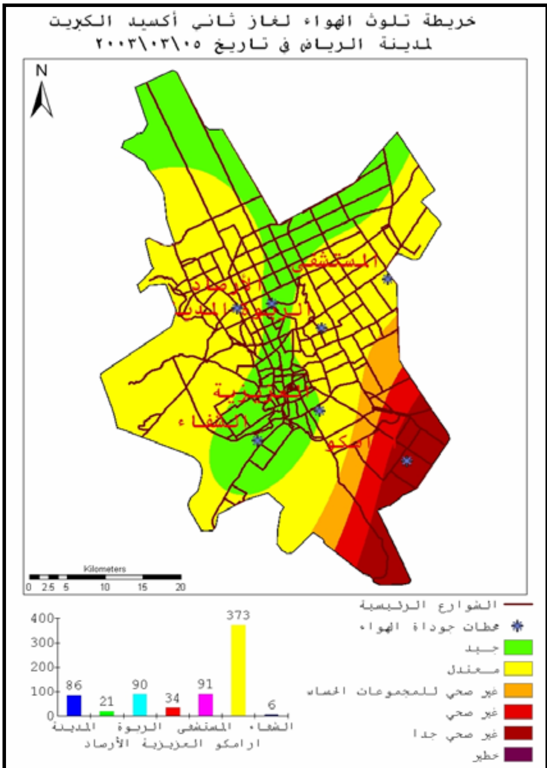


شكل رقم (٧١): تركز تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في الجهة الشرقية خلال شهر سبتمبر

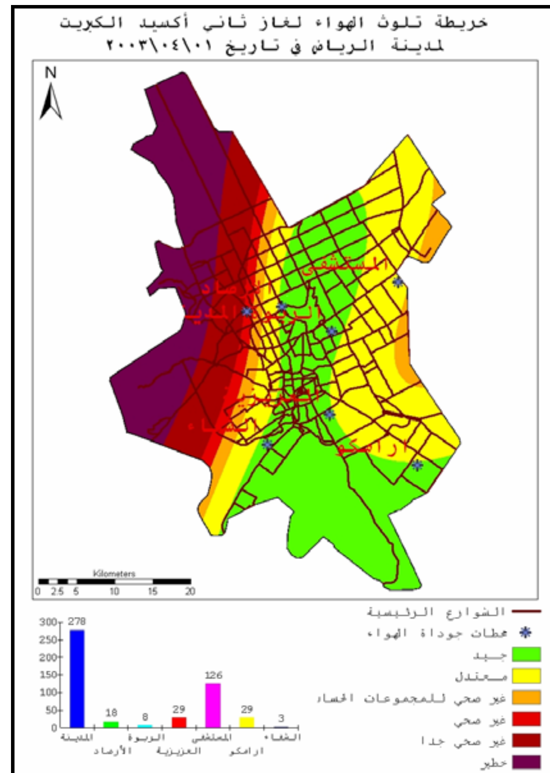


شكل رقم (٧٢): تركز تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت في الجهة الشرقية خلال شهر ديسمبر

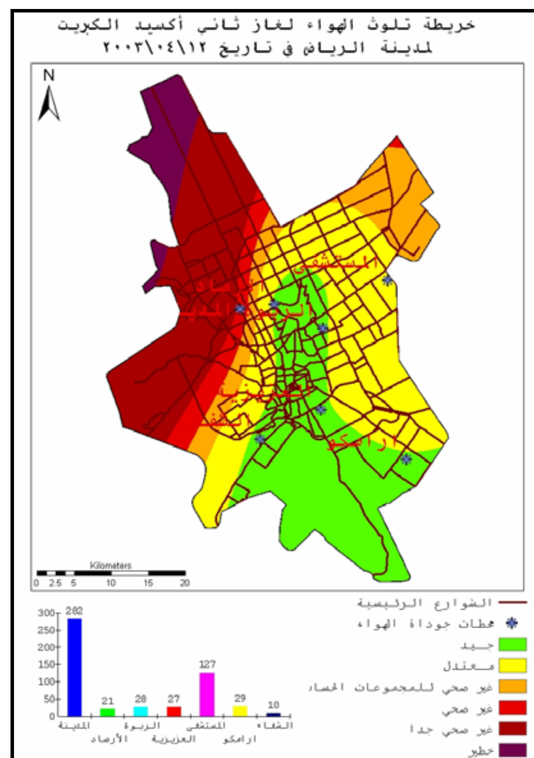
ثالثا: يستطيع المستخدم أن يلاحظ ويحدد الأيام التي تجاوز فيها تلوث الهواء الحدود المسموح ا خلال سنة (٢٠٠٣م) من بين (٣٦٥) يوم، وهو يوم خمسة من شهر مارس حيث بلغ التجاوز (٣٧٣) جـزءاً مـن البليون في محطة أرامكو الذي يمثل المستوى الخطير جداً من خلال ما وضحه الرسم البياني المرفق بالخريطـة، شكل رقم (٧٣)، وكذلك تمكن المستخدم من تحديد عدد من التجاوزات من خلال العملية الاستعراضـية، فمجرد ظهور المستويات الخطرة على الخريطة يستطيع المستخدم تحديد تلك الأيام بسهوله وعلى سبيل المثال ظهرت المستويات الخطيرة في الجزئين الشمالي الغربي، والغربي من المدينة، خلال شهر أبريل، شـكل رقـم (٧٤)، شكل رقم (٧٥)، شكل رقم (٧٦).



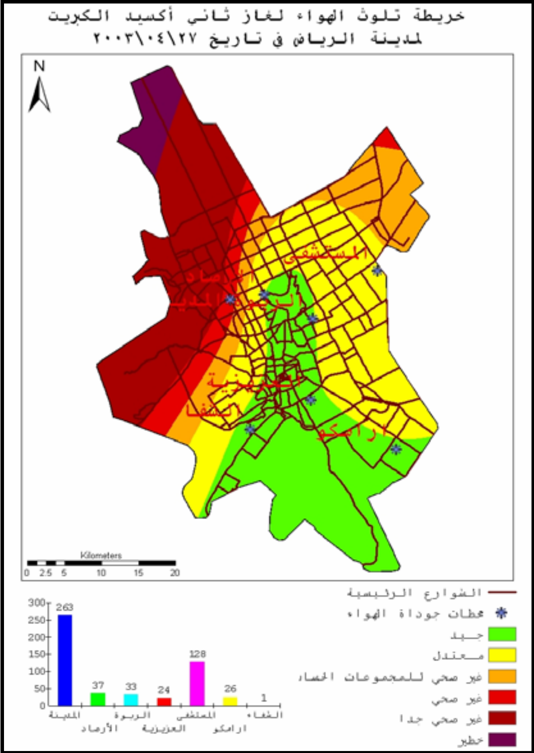
شكل رقم (٧٣): أعلى نسبة تجاوز سجلت بغاز ثاني أكسيد الكبريت خلال عام (٢٠٠٣م)



شكل رقم (٧٤): تركز المستويات الخطيرة بغاز ثاني أكسيد الكبريت شمال غرب، وغرب مدينة الرياض في بداية شهر أبريل

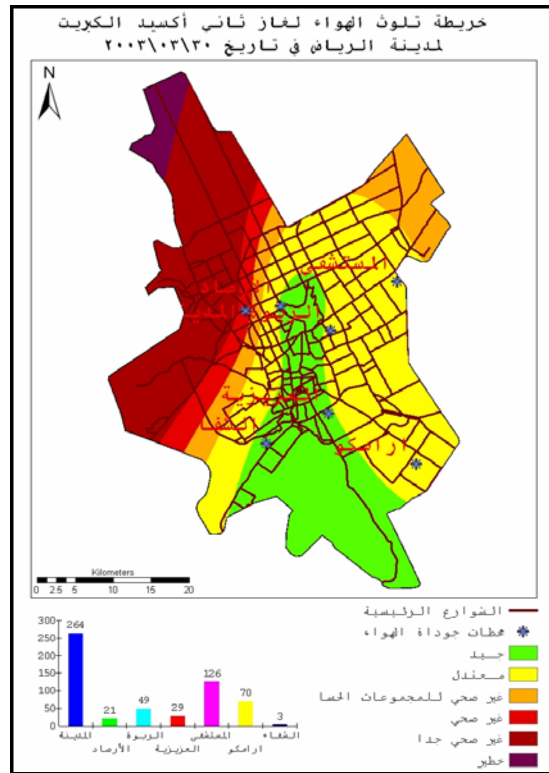


شكل رقم (٧٥): تركز المستويات الخطيرة بغاز ثاني أكسيد الكبريت شمال غرب مدينة الرياض في وسط شهر أبريل

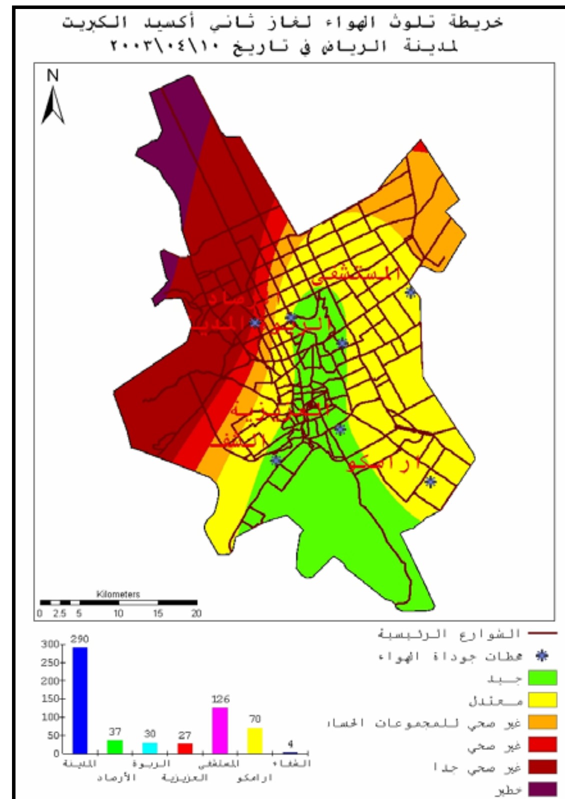


شكل رقم (٧٦): تركز المستويات الخطيرة بغاز ثاني أكسيد الكبريت شمال غرب مدينة الرياض في آخر شهر أبريل

رابعاً: يستطيع المستخدم من تحديد المنطقة الصحية (إذا جاز هذا التعبير) داخل المدينة وهي المنطقة التي لم تسجل أي تجاوز للنسب غير المسموح بها خلال سنة (٢٠٠٣م)، فمن خلال العرض التتابعي على كامل خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لمدينة الرياض والبالغ عددها (٣٦٥) خريطة، لم يلاحظ المستخدم وجود مستويات غير مسموح بها خلال فترة الاستعراض التتابعي، وهذه المنطقة هي حي الشفاء، شكل رقم (٧٧)، شكل رقم (٧٨)، وما يؤكد على ذلك عند الرجوع إلى جدول رقم (٥)، فجميع تسجيلات محطة الشفاء مابين المستوى الجيد والمستوى المعتدل، وهنا يبرهن البرنامج على قدرة الاستعراض المرئي على استكشاف البيانات المخزنة في قواعد البيانات دون الغوص داخل الأرقام المخزنة داخل قاعدة البيانات، واستخلاص المعلومات بكل يسر وسهولة.



شكل رقم (٧٧): منطقة الشفاء الصحية



شكل رقم (٧٨): منطقة الشفاء الصحية خلال يوم آخر

٥,٣ الخاتمة

تطرقت الدراسة إلى علم الاستعراض المرئي وأهميته في اكتشاف ومعرفة البيانات الموجودة في قواعد البيانات من خلال العروض المرئية التي تساعد على اكتشاف ومعرفة محتوى قواعد البيانات، وإن علم الجغرافيا استفاد من هذا العلم على أيدي علماء جغرافيين كثر، من أهمهم ميك إيخرن (MacEachren) وكراك (Kraak) وظهر على أيديهم مصطلح (Geovisualization)، كما بينت الدراسة أن هناك أساليب متعددة لاستعراض البيانات ونوع البيانات يحدد اختيار الأسلوب الأمثل للاستعراض.

كما تطرقت الدراسة إلى كيفية استعراض بيانات تلوث الهواء التي تتميز بتغيرها المستمر حسب الزمان والمكان، فعندها ينبغي تحويل هذه البيانات إلى أشكال مرئية يستطيع المستخدم مشاهدة توزع الملوثات. وتم اختيار غاز ثاني أكسيد الكبريت في مدينة الرياض لعام (٢٠٠٣م) كمثال تطبيقي، حيث تم بناء سطوح تنبؤية لهذا الغاز باستخدام برنامج المحلل المكاني بطريقة إسبلاين (Spline)، بالاعتماد على سبع محطات مراقبة جودة الهواء موزعة على مدينة الرياض، حيث تولد (٣٦٥) خريطة تمثل عدد أيام عام (٢٠٠٣م).

ومن خلال هذا الكم الكبير من الخرائط تم تصميم برنامج باستخدام برنامج الفيجوال بيسك والاستعانة بالمكونات الهدفية المتاحة داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية، حيث يساعد هذا البرنامج على استعراض الكم الكبير من الخرائط التي تم إنشاؤها بشكل تتابعي لرؤية تحرك الملوثات خلال فترة الاستعراض، كما سهل البرنامج من عملية استدعاء أي خريطة من خلال التقويم المرفق فمجرد تحديد تاريخ اليوم والشهر تظهر لك خريطة ذاك اليوم.

وبعد تشغيل برنامج استعراض خرائط تلوث الهواء بشكل تتابعي الذي تم تصميمه، فإن البرنامج ساعد على رؤية تحرك تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت من خلال تعاقب الخرائط الواحدة تلو الأخرى وتم عرض أمثلة توضح ذلك، كما قدم البرنامج رؤية واضحة للمستخدم لطبيعة توزيع نمط التلوث ـذا الطريقة، كما قدم البرنامج أدوات جعلت المستخدم يتفاعل مع الخريطة من أجل اكتشاف وتحليل البيانات بطريقة التحليل المرئي، وفي النهاية توصلت هذه الدراسة إلى عدة نتائج وهي:

١) اتضح من خلال دراسة أنه يجب على الخرائطي التفكير في كيفية توصيل المعلومة من خلال عرض الظواهر الجغرافية، ولا يكتفي بتمثيلها فقط.
٢) تبين أن طبيعة البيانات الجغرافية تحدد الأسلوب الأفضل في اختيار نوع الاستعراض الجغرافي بحيث أن لكل نوع من البيانات ما يناسبه من أنواع الاستعراض.
٣) كشفت الدراسة أن الاستعراض المرئي المتحرك يمكن المستخدم على رؤية واكتشاف المعرفة المختزلة داخل قواعد البيانات بطريقة مرئية بأقل جهد وأقصر وقت.
٤) إن أنواع البيانات وحجمها يحدد اختيار طريقة الاشتقاق المناسب، وهناك عدة طرائق للاشتقاق بالقيم المجهولة متوفرة في برنامج نظم المعلومات الجغرافية، ومن هذه الطرائق الكريغنغ، ومعكوس المسافة الموزونة، و إسبلاين، وغيرها.
٥) تبين أن دقة عمليات التنبؤ بالقيم المجهولة الناتجة من عملية الاشتقاق في برنامج نظم المعلومات الجغرافية مرتبطة بحجم العينة، وموقع الاشتقاق داخل/خارج النقاط المعلومة.
٦) أتضح من خلال الدراسة أن الباحث بإمكانه تصميم برنامج يخدم أغراضه البحثية من خلال البرامج المتوفرة، مثل برنامج الفيجوال بيسك، واستفادة من المكونات الهدفية البرمجية المتاحة داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية كأدوات مساعدة في تصميم البرامج تستفيد من قدرات هذه النظم.
٧) إن البرنامج المصاغ من أجل استعراض خرائط تلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكبريت لعام (٢٠٠٣م)، ساعد على رؤية توزيع التلوث من خلال تعاقب عرض الخرائط الكثيرة الواحدة تلو الأخرى بشكل تتابعي.
٨) ساعد البرنامج بطريقته الاستعراضية على اكتشاف العديد من المعلومات المخزنة في قواعد البيانات بأسلوب مرئي تحققت فيه عملية الاتصال الخرائطي بمثل هذه البيانات الزمنية.
٩) أتضح من خلال الإمكانيات التحليلية والارشفية التي يمتلكها البرنامج، أن يقدم مساعدة للجهات المعنية التي تتعامل مع ظاهرة تلوث الهواء.
١٠) أتضح أن البرنامج يحتاج عملية تطوير في المستقبل لرفع كفاءته بحيث يحقق الاستقلالية التامة عن برنامج نظم المعلومات الجغرفية.

التوصيات

بناءً على ما تقدم فإن الدراسة توصي بما يلي :

١) ألا يكتفي الخرائطي بتمثيل الظاهرة الجغرافية فقط، بل يفكر بأفضل طريقة لعرضها لتسهيل وصول المعلومة.

٢) إن لكل نوع من البيانات الجغرافية ما يناسبه من أساليب المعالجة والعرض ـدف توصيل المعلومة للمستخدم وعلى هذا لابد من اختيار الأسلوب الأمثل في معالجة البيانات.

٣) لابد من الاستفادة من القدرات البصرية عند الإنسان وتعزيزها في إيصال البيانات بأسلوب استعراضي مرئي مناسب.

٤) ينبغي زيادة محطات مراقبة جودة الهواء حتى تشمل جميع مساحة مدينة الرياض، حتى تكون عمليات التنبؤ مستقبلاً أقرب للواقع مما عليه الآن.

٥) ينبغي تحويل بيانات التلوث الرقمية الكثيرة إلى أشكال مرئية من أجل رؤية طبيعة توزيع وتحرك الملوثات داخل المدن، لما لهذه البيانات من أهمية على صحة الإنسان والبيئة والتخطيط لحل مشكلا ا.

٦) يفضل تشجيع الباحثين على تطوير برمجيات تخدم أغراضهم البحثية مستغلين البيئة البرمجية المتاحة داخل نظم المعلومات الجغرافية.

المراجع

المراجع العربية:

العسيري، تركي (٢٠٠٢م). نحو برمجية كائنية التوجة. شبكة المطورون العرب.
URL: Accessed Date (Feb,2008):http://vb4arab.com/vb/showthread.php?t=5233

آل عمير، علي بن عمير (١٤٢٧هـ). تقدير تراكيز ملوثات الهواء وأنماط تشتتها قرب محطات توليد الكهرباء بمدينة الرياض. رسالة دكتوراه . قسم الهندسة الكيميائية . جامعة الملك سعود

الغامدي ، علي معاضه (١٤٢٧هـ). خصائص بناء نظم المعلومات الجغرافية بالأهداف الموجهة. جامعة الملك سعود . عمادة البحث العلمي. إدارة النشر العلمي والمطابع.

الموسى، علي حسن (١٩٩٦م). التلوث الجوي. دمشق. دار الفكر

سطيحة، محمد محمد (١٩٧٧). خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة في التمثيل الكرتوجرافي. القاهرة. دار النهضة.

رسمي، محمد حسن (٢٠٠٥م). إطار فكري لنظم دعم القرار: الأساسيات، المتطلبات، المحاذير.
URL: Accessed Date (Feb,2010):
http:/unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan024910.pps

سلمى ، ناصر (٢٠٠٣م). دراسة صحة العلاقة الكمية بين الظواهر الجغرافية عند ترميزها على الخرائط الموضوعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية . مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية . المجلد الرابع عشر - العدد الثاني.

قاوجي ، محمد جلال . عطري ،محمد سامح (١٩٩٩م).فيجول بيسك (٦). حلب. شعاع للنشر و العلوم .

محمد، وسام الدين (٢٠٠٨م). أساسيات نظم المعلومات الجغرافية. موقع نادي نظم المعلومات الجغرافية
URL: Accessed Date (May,2008):http://www.gisclub.org/up/GIS_book.rar

محمد، وسام الدين (٢٠٠٨م). البرمجة باستخدام الفيجوال بيسك (VISUAL BASIC.NET 2008) دوت نت. موقع نادي نظم المعلومات الجغرافية
URL: Accessed Date (Jun,2008) http://www.gisclub.org/up/VBNet2008.rar

التقارير

اللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة في المملكة العربية السعودية (١٤٢٢هـ). الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.وزارة الدفاع والطيران

تقرير جودة الهواء بمدينة الرياض (١٤٢٠-١٤٢٥هـ) مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، معهد بحوث الموارد الطبيعية و البيئية.

مصلحة الإحصاءات العامة عام (١٤٢٥هـ). وزارة الاقتصاد و التخطيط.

ملخص المعلومات الصناعية حتى اية (١٤٢٧هـ). وزارة التجارة والصناعة.

قاعدة البيانات الجغرافية لمدينة الرياض (٢٠٠٥م). الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

نوعية الهواء في مدينة الرياض وتقويم بدائل تقليل الإنبعاثات من وسائل النقل (١٤١٨هـ). الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض. مركز المشاريع والتخطيط.

المراجع الأجنبية:

Bradshaw , B.(2007) . Using VBA and ArcMap to Create and Export 3D Buildings . San Diego. Photon Research Associates, Inc.

Booth, B., *et al.*, (2004). Geodatabase Workbook . ESRI Press, Redlands, CA, 92373, USA.

Cameron,E. *et al*., (2004). Engine Developer Guide. ESRI Press, Redlands, CA, 92373, USA.

Caprioli, M., *el al*., (2005) 3D CARTOGRAPHIC DATA COLLECTION FOR GIS ENVIRONMENTS . Polytechnic University of Bari – Italy

Charlot, H. , *et al.* (2002) .Air pollution modelling for Chennai city using GIS as a tool. URL: Accessed Date (Feb,2007): www.gisdevelopment.net/application/environment/air/enva001.htm

Cheetham, R., (2000). AirTime: Visualization of Change in Philadelphia. Philadelphia. GIS Services Group

Childs,C., (2004).Interpolating Surfaces in ArcGis Spatial Analyst . ESRI Press, Redlands, CA, 92373, USA.

Dang,G. , *et al.,* (2001). Dynamic Queries and Brushing on Choropleth Maps. Maryland. Human-Computer Interaction Lab & Department of Computer Science.

Dykes,J. and Unwin,D., (1998).Maps of the Census: a rough guide. Leicester. Leicester, LE1 7RH.

Fabrikant, S., (2001). Building Task-Ontologies for GeoVisualization. ICA Commission on Visualization and Virtual Environment Pre-conference Workshop: Geovisualization on the Web, Beijing, China, Aug. 3-4, 2001.

Gale, S.,(1999). Using MapObjects for Enterprise GIS at The City of Calgary. Alberta . Senior Systems Analyst.

Giertsen, C., and A. Lucas. 1994. 3d visualization for 2D GIS: an analysis of the users' needs and a review of techniques. Eurographics 13: C1-C12.

Harrower, M., (1999): A Conceptual Framework for Mapping Space-Time, in: Proceedings at the 95th Annual Meeting of AAG, Honolulu, Hawai.

Harvey, J., (2001). Geographic Data Mining and Knowledge Discovery. J. P. Wilson and A. S. Fotheringham (eds.) Handbook of Geographic Information Science, in press.

Jiang B., *et al*., (2003), Geovisualisation for planning support systems, In: Geertman S. and Stillwell J. (eds.), Planning Support Systems in Practice, Springer, Berlin

Kraak, M., (2000) Visualisation of the time dimension. In: Time in GIS : issues in spatio temporal modelling / L. Heres (ed.) Delft : Netherlands Geodetic Commission (NCG), 2000. ISBN 90-6132-269-3 (Publications on Geodesy ; 47) pp. 27-35.

Koperski, K, *el al*.,.(1998) Mining Knowledge in Geographical Data, Communications of ACM
.

Krivoruchko , K., (1999). Using Geostatistical Analyst for analysis of California air quality. ESRI Press, Redlands, CA, 92373, USA.

Kudowor , A., (2002). A VBA Integrated Interface for Transportation Network dependent Applications. Geomatics Research. URL: Accessed Date (May,2007):http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap1107/p1107.htm

Lloyd, D., Dykes, J. & Radburn, R. (2007), Understanding geovisualization users and their requirements – a user-centred approach GIS Research UK 15th Annual Conference, ed. A.C. Winstanley, Maynooth, Ireland.

MacEachren, A. M. (1994). Visualization in modern cartography. Oxford, UK: Pergamon.

MacEachren, A., and Kraak , M. (1997). EXPLORATORY CARTOGRAPHIC VISUALIZATION. (Association for Computing Machinery's (ACM).

Matejicek , L., (2001). Spatial Estimations of Air Pollution in Street Canyons by LIDAR Measurements . Pragu. Advances in Geosciences .

Peuquet , D.. (2000). Space-time representation: An overview . Netherlands. NCG Netherlands Geodetic Commission .

Peterson, M.,(1996) Between Reality and Abstraction Non-Temporal Applications of Cartographic Animation. University of Nebraska at Omaha.

Rahmatizadeh , S. *, et al.*,(2006) DESIGN AND DEVELOPMENT OF A CUSTOMISED GIS FOR AIR QUALITY MANAGEMENT. Tehran. Shahid Beheshti medical science university. URL: Accessed Date (May,2007): www.gisdevelopment.net/proceedings/mapindia/2006/environmt

Slocum,T., (2008) Thematic Cartographic and Geovisualization . Upper Saddle River, N.J. Third Edition.

Taylor, D., (1994) Perspectives on visualization and modern cartography, pp. 333-342. Oxford, UK: Pergamon

الملاحق

ملحق رقم (١): خصائص الكائنات البرمجيةالأساسية

```
Begin esriPageLayoutControl.PageLayoutControl PageLayoutControl1
Object = "{BA01FAC9-2AB7-4CC9-9732-938340408ACE}#1.0#0";
"PageLayoutControl.ocx"                              خصائص

      Height          =   8415
      Left            =   3480
      OleObjectBlob   =   "MainForm.frx":0E42
      TabIndex        =   14
      Top             =   1080
      Width           =   10215


Private Sub Timer1_Timer()

       Name            = Timer1
       Enabled         = False
       Interval        = 1000
       Left            = 7200
       Top             = 120
       ToolTipText     = المؤقت


Private Sub Calendar1_Click()


       Name            = Calendar1
       Enabled         = True
       Left            = 15960
       Top             = 6480
       Width           = 3015
       ToolTipText     = التقويم


Private Sub Dir1_Change()

       Name            = Dir1
       Enabled         = True
       Left            = 240
       Top             = 960
       Width           = 2655
       ToolTipText     = حدد المجلد
```

ملحق رقم (٢): جمل التعريف

جمل التعريف الخاصة بالكائن الهدفي (PageLayoutControl1)

```
Dim pGraphicsContainer As IGraphicsContainer
Dim pAvtiveview As IActiveView
Dim pMapSurroundFrame As IMapSurroundFrame
Dim pMapSurround As IMapSurround
Dim pMapFrame As IMapFrame
Dim pElement As IElement
```

جمل التعريف الخاصة بالاستعلام (Identify)

```
Dim envp1 As IEnvelope
Dim envp2 As IEnvelope
Dim pIdD As IIdentifyDialog
Dim pIdentifyDialogProps As IIdentifyDialogProps
Dim pEm As IEnumLayer

 Dim plyr As ILayer
 Dim pFlyr As IFeatureLayer
 Dim pFCS As IFeatureClass
 Dim pf As IFeature
 Dim i As Long
 Dim pSD As IScreenDisplay
 Dim pSLS As ISimpleLineSymbol

 Dim pSelEnv As ISelectionEnvironment
 Dim pRgbColor As IRgbColor
 Dim pRubber As IRubberBand
 Dim pAv As IActiveView
 Dim penvp As IEnvelope
```

جمل التعريف الخاصة بإضافة بيانات (AddData)

```
Dim pEnumGxObject As IEnumGxObject
Dim pFeatureLayer As IFeatureLayer
Dim pFeatureClass As IFeatureClass
Dim pGxDataset As IGxDataset
Dim pGxObject As IGxObject
```

جملة التعريف الخاصة التقويم (Calendar)

```
Dim mappol As String
```

ملحق رقم (٣): النصوص البرمجية الخاصة بتشغيل البرنامج

```
Sub GetPageLayoutControl1(Dat As String)            التقويم
Dim mappol As String
mappol = Replace(Dat, "/", "", 1, -1)
For i = 0 To File1.ListCount - 1
File1.ListIndex = i
If Mid(File1.List(i), 1, Len(File1.List(i)) - 4) = Then
PageLayoutControl1. (File1.Path & "\" & File1.FileName)
Exit For
End If

Next i
End Sub




Private Sub open_Click()   'فتح ملف
On Error Resume Next
  CommonDialog1.DialogTitle = "Open Map Document"
  CommonDialog1.Filter = "Map Documents (*.mxd)|*.mxd"
  CommonDialog1.ShowOpen
 PageLayoutControl1.LoadMxFile CommonDialog1.FileName
 End Sub

Private Sub Save_Click()                'حفظ ملف
On Error Resume Next
CommonDialog1.DialogTitle = "Save Map Document As"
   CommonDialog1.Filter = "Map Documents (*.mxd)|*.mxd"
   CommonDialog1.ShowSave
   sFilePath = CommonDialog1.FileName
   If sFilePath = "" Then Exit Sub
   If sFilePath = m_pMapDocument.DocumentFilename Then
      SaveDocument
   Else
      m_pMapDocument.SaveAs sFilePath, True
      OpenDocument (sFilePath)
   End If
End Sub
```

```
Private Sub AddData_Click()       'إضافة طبقة

''Get IGxDialog interface
  Dim pGxDialog As IGxDialog
  Set pGxDialog = New GxDialog
  'Get IGxObjectFilter interface
  Dim pGxObjectFilter As IGxObjectFilter
  Set pGxObjectFilter = New GxFilterFeatureClasses
  'Set GxDialog properties
  Set pGxDialog.ObjectFilter = pGxObjectFilter
  pGxDialog.AllowMultiSelect = True
  pGxDialog.Title = "Add Feature Data"

  'Get IEnumGxObject

  'Display the GxDialog and set the EnumGxObject. Exit if user
cancel the dialog
  pGxDialog.DoModalOpen(PageLayoutControl1.hWnd, pEnumGxObject) =
False Then Exit Sub
   Dim pFeatureLayer As IFeatureLayer
  Dim pFeatureClass As IFeatureClass
  Dim pGxDataset As IGxDataset

  'Get IGxObject interface
  Dim pGxObject As IGxObject
  pEnumGxObject.Reset
  Set pGxObject = pEnumGxObject.Next
  'Loop through the GxObjects
  Do While Not pGxObject Is Nothing
    'Query interface for IGxDataset interface
    Set pGxDataset = pGxObject
    'Get IFeatureClass interface
    Set pFeatureClass = pGxDataset.Dataset
    'Get IFeatureLayer interface
    Set pFeatureLayer = New FeatureLayer
    'Set layer properties
    Set pFeatureLayer.FeatureClass = pFeatureClass
    pFeatureLayer.Name = pFeatureClass.AliasName

    'Add the layer name to the control

    Set pGxObject = pEnumGxObject.Next
  Loop
End Sub


Private Sub Pointer_Click()      'مؤشر الفأرة
PageLayoutControl1.MousePointer = esriPointerDefault
End Sub

Private Sub ZoomIn_Click() 'تكبير
PageLayoutControl1.MousePointer = esriPointerZoomIn
End Sub
```

```
Private Sub ZoomOut_Click() 'تصغير
PageLayoutControl1.MousePointer = esriPointerZoomOut
End Sub

Private Sub Pan_Click()        'تحريك
PageLayoutControl1.MousePointer = esriPointerPan
End Sub


Private Sub Identify_Click()'الاستعلام
PageLayoutControl1.MousePointer = esriPointerIdentify
End Sub


Private Sub FullExtent_Click() 'الوضع الطبيعي
PageLayoutControl1.ZoomToWholePage
End Sub


Private Sub Printer_Click()'الطباعة
On Error Resume Next
CommonDialog2.ShowPrinter
PageLayoutControl1.DocumentFilename = CommonDialog2.FileName
End Sub


Private Sub PageLayoutControl1_OnMouseMove(ByVal button As
Long, ByVal shift As Long, ByVal x As Long, ByVal y As Long,
ByVal pageX As Double, ByVal pageY As Double) 'تحرك الإحداثيات
On Error Resume Next
    Label1.Caption = " X:   " & (pageX)

    Label2.Caption = " Y:   " & (pageY)
End Sub


Private Sub Drive1_Change() 'تحديد القرص
On Error Resume Next
Dir1.Path = Drive1.Drive
End Sub


Private Sub Dir1_Change() 'تحديد المجلد
On Error Resume Next
File1.Path = Dir1.Path
End Sub


Private Sub Form_Load()  '  mxd تحميل الملفات بامتداد
File1.FileName = App.Path & "\"
File1.Pattern = "*.mxd;*mxd"
End Sub
```